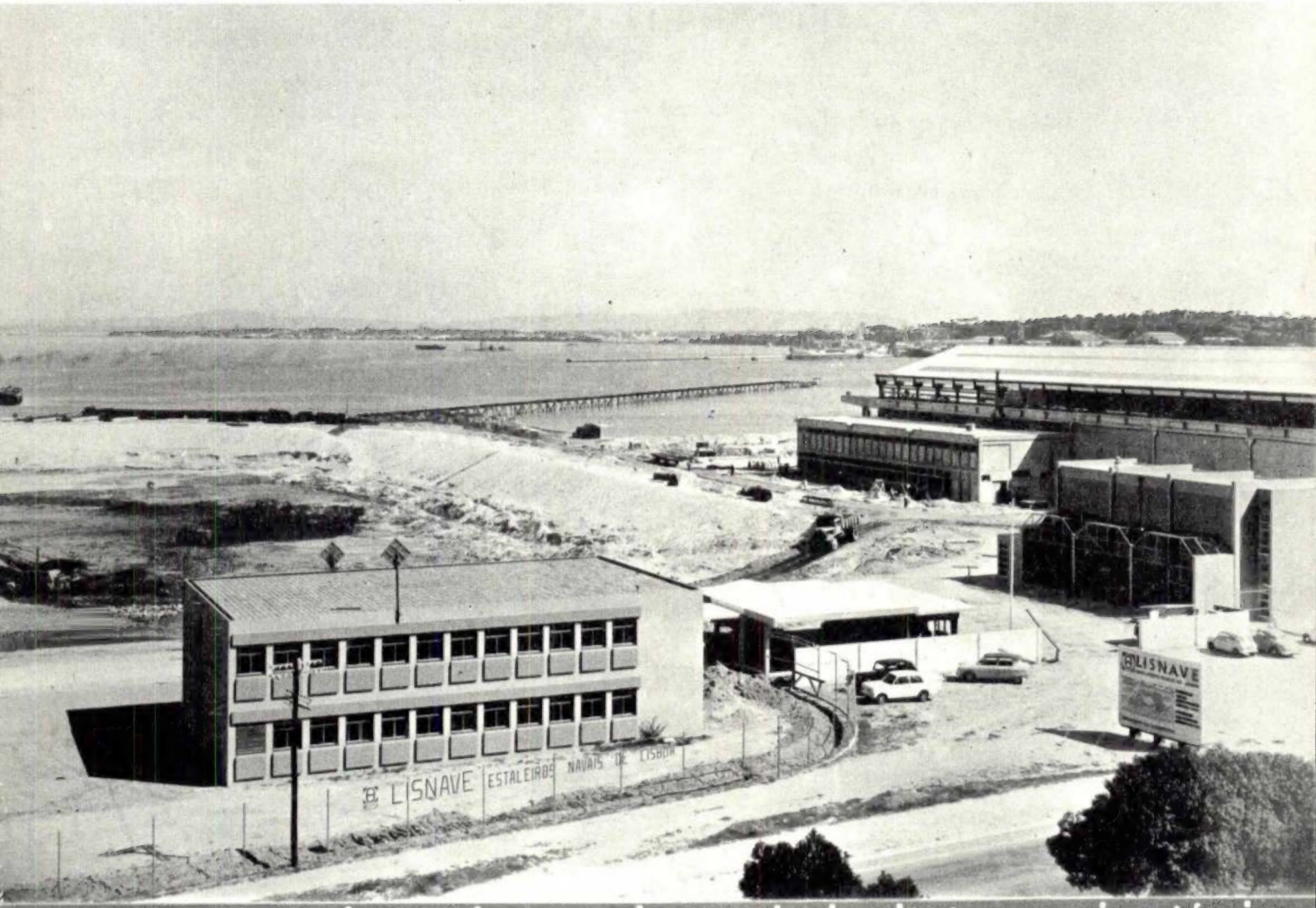
técnica



346 associação dos estudantes do instituto superior técnico
março 1965 revista de engenharia

CIMENTO SECIL

SECIL

Fábrica:

Outão — Setúbal

Telef. 228824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 328201/2/3

UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

SEDE

Rua de Alexandre Herculano, 244 — PORTO

TELEFONES: 2 76 76 / 77 / 78 / 79 — Est. 90

DELEGAÇÃO

Rua Rosa Araújo, 35 — LISBOA

TEL.: 73 11 81/82/83/84/85/86 - 73 33 33 - 48 49 1

•

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO
E DA CACHOFARRA

•

A UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA distribui, pela mais extensa rede de alta tensão em Portugal (cerca de 2 500 km), energia eléctrica em 70 concelhos, nos distritos de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU, LEIRIA, SETÚBAL e ÉVORA.

confiança para a construção com

materiais novobra

EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

pavimentos
coberturas
vigas de grande vão
asnas
perfis

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS, NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100, 5.º D.-TEL. 77 48 32/766446-LISBOA-5

REGINA REX

CORRENTES

DE TRANSMISSÃO

PARA

INDÚSTRIA, AGRICULTURA, ETC.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

AUTO-LUSITANIA
ALFREDO DUARTE, LDA.

AVENIDA DA LIBERDADE, 73-79
LISBOA

técnica

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * TELEF. 77 54 49 * LISBOA-1

— DIRECTOR
J. F. GOMES DE PINA

— ADMINISTRADOR
ASSIS F. MARTINS

— SECRETARIO
J. M. COSTA MONTEIRO

— REDACTORES
HELENA ALVES
BARBOSA COLEN
GIRÃO PINA

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS EST. DO IST

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA
MENSAL

ANO XL N.º 346
MARÇO DE 1965

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	37$50	60$00	110$00
Ultramar Português e Espanha	—	85$00	120$00
Estrangeiro	—	70$00	130$00

NUMERO AVULSO 15$00

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Estaleiros da Lisnave na Margueira, numa fase da construção

Págs.

NOTA DE ABERTURA 359

II SEMANA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL 361

Sessão de abertura — Discursos do Delegado da Comissão Organizadora e do Reitor da Universidade Técnica 363

A Engenharia Civil no Ultramar Português
Pelo Prof. Edgar Cardoso 365

Sobre correntes de tráfego rodoviário
Por Manuel Pinto Serrão 375

Planeamento Energético em regiões de desenvolvimento incipiente
Pelo Prof. Alberto Abecasis Manzanares . . . 391

Subsídios para a procura do custo óptimo de uma via
Por Armando Pires Cameira 401

Estudos em modelos reduzidos de praias artificiais na baía de Guanabara (Brasil)
Por Narciso Pires Elias 425

Do Mundo Técnico 439

Biblioteca 445

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DA EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Aguiar & Melo, Lda. XXXIII
A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXXII
Alves Ribeiro XVIII
António Veiga XVIII
Asea Eléctrica Ld.ª XXIV
Auto-Lusitânia . . . . . 2.ª da capa
Araldite XXIV

B

Bell's e Comp. XXXVII

C

C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XXVIII
Centro do Livro Brasileiro XII
CIDEX IV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XXXIV
Companhia Portuguesa de Trefilaria XV
Companhia União Fabril XIV
Construções Técnicas XXV

D

Du Point IX

E

Electro-Arco, Ltd.ª IV
Empirei XVI
Empresa de Cimentos de Leiria . . XL
Empresa Electro Cerâmica XXXI
Empresa de Produtos Asfálticos. . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XX

F

Fábrica Portugal II
Fometal XVIII
Fanafel XVI
Fassio, Ld.ª XX
Fundações Franki, Lda. I

G

George Fischer XXIX
Guedes & Almeida, Lda. XXXVIII
Gerindústria XLI

H

Handy Angle Portuguesa XV
Harker Sumner & C.ª, Ltd. XXVII

I — Pág.

Impermeábilis XXVI
Indubel XXXV

J

Jayme da Costa, Lda XIX
Johann Keller XLII
João Jacinto Tomé XVIII

L

LISNAVE XXVI

M

MAGUE XIII
Mobil Oil Portuguesa . . . . . 4.ª da capa
Monteiro Gomes, Lda. XXXVI

N

Novobra, Lda. . . . . 2.ª da capa

P

Papelaria Fernandes XXXV
Patrick Thompson, Lda. XLII
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

Q

Quimicor, S.A.R.L. XXIII

R

Robbialac V

S

SMEIA XV
Soc Const. Amadeu Gaudêncio . . XXXI
Sociedade Portuguesa Cavan . . . VIII
Sondagens e Fundações A. Cavaco . IV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLII
Sorval XXX
Sotécnica XLII
Standard Eléctrica VII
S. T. E. T. XXI

T

Torrens XXXIX

U

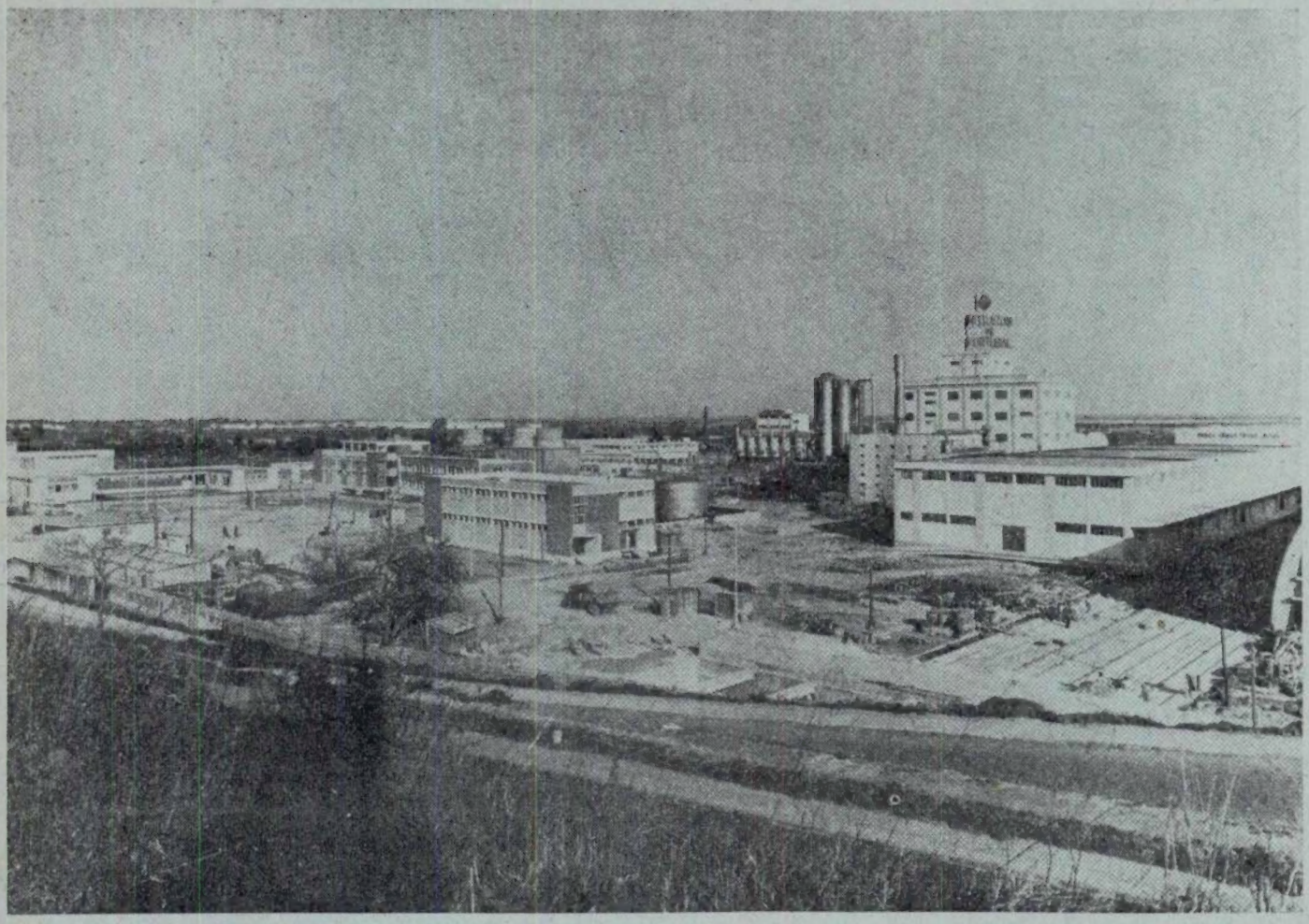
União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

V

Vasco Pessoa, Lda. XXIV

W

Wild Portugal, Lda. XVII



NITRATOS DE PORTUGAL
(Alverca)

Assentes sobre

1.453

ESTACAS FRANKI

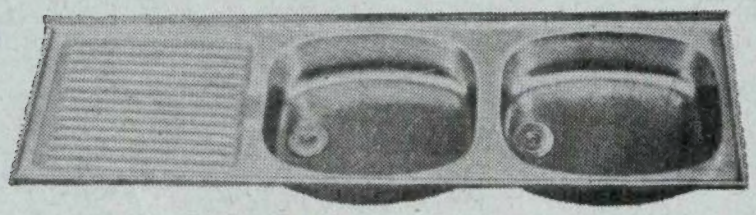
FUNDAÇÕES FRANKI, L.DA

Rua Braamcamp, 13, 3.°
LISBOA

★

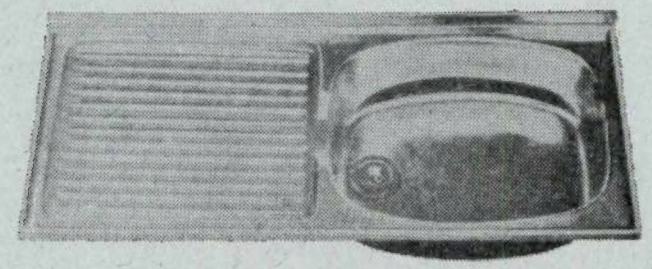
Telef. PPC 73 41 12
End. Teleg. «FRANKI»

LAVA-LOUÇAS EM AÇO INOXIDAVEL



Modernize os lares de Portugal, usando nas suas cozinhas Lava-Louças em AÇO INOXIDÁVEL. Concepção e execução da

FABRICA PORTUGAL

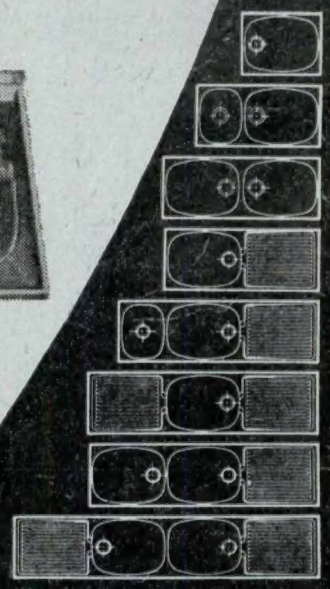


elegantes e higiénicos · duração ilimitada · revestidos de isolante especial · fornecidos com sifão de segurança · não partem a louça

- 8 MODELOS STANDARD · OUTROS MODELOS FORA DE SÉRIE
- MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES
- IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

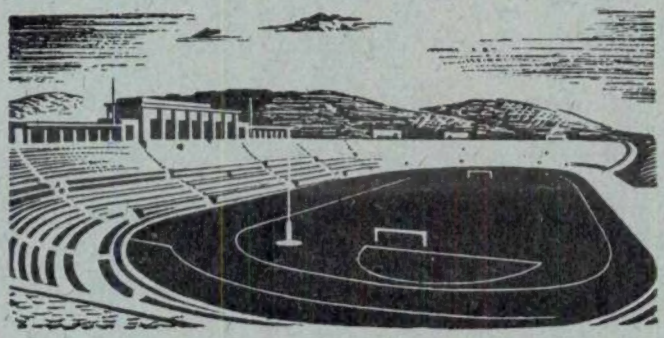
À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE E NOS SEUS SALÕES DE EXPOSIÇÃO E VENDA

PRAÇA DOS RESTAURADORES · RUA FEBO MONIZ



PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

QUASE 40 ANOS AO SERVIÇO DA ENGENHARIA PORTUGUESA



GRANDE SORTIDO DE INSTRUMENTOS DE PRECISÃO, CIENTÍFICOS E INDUSTRIAIS

RUA JARDIM DO REGEDOR, 24, 2.°
LISBOA
TELEF.: 32 43 14 — 32 42 48 ✦ TELEG.: TECNA

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:

— Petróleos
— Indústrias químicas
— Construções navais
— Centrais eléctricas
— Alimentação de caldeiras
— Etc., etc.

Sob as condições de funcionamento seguintes:

— Débitos: 1 m³/h a 10.000 m³/h
— Pressões: altas e baixas
— Temperaturas: −180° C + 500° C
— Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.°/Telef. 73 53 07/LISBOA 1

Pesquisas e captações de água

Sondagens

Rebaixamento de níveis aquíferos

Injecções e consolidações de terrenos

Fundações

Estacas de betão

SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.

R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R/C ESQ. — LISBOA-1
— TELEF. 73 35 48 - 5 95 62 - 55 36 73

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

●

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

●

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

NOVAMENTE !

1952

REP

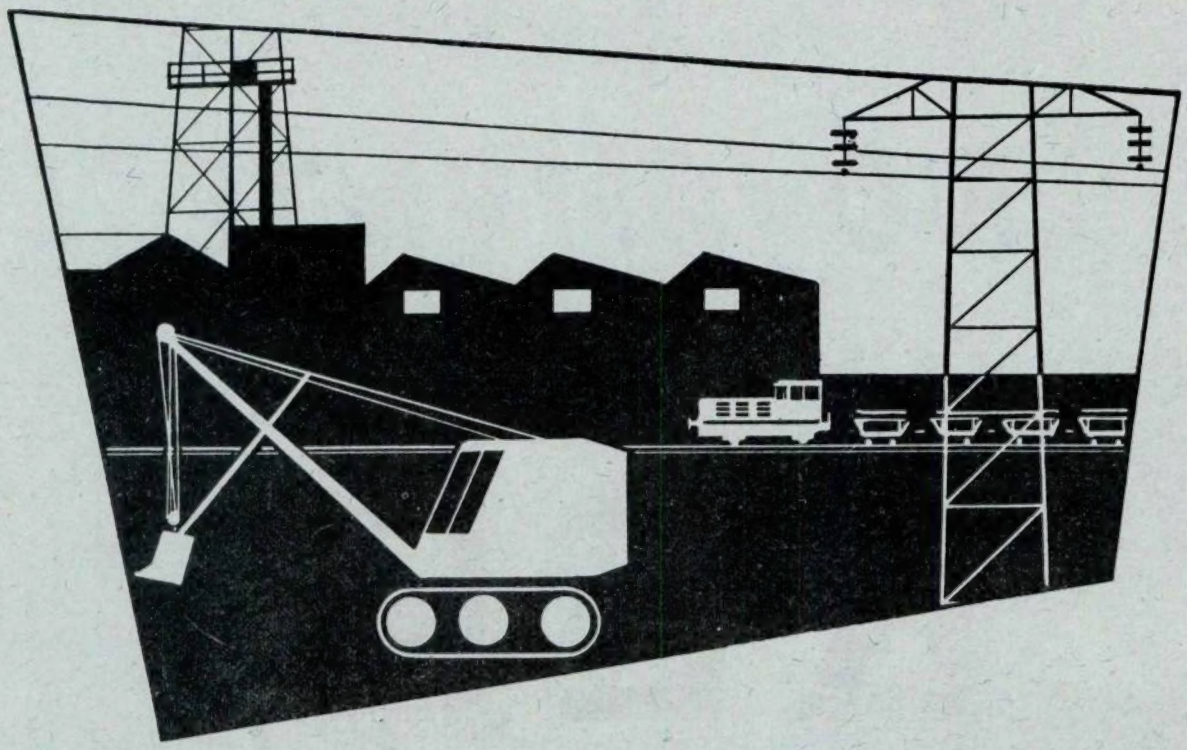
1965

AGORA
TIXOTRÓPICO

para um bom profissional, uma boa tinta

um produto
ROBBIALAC

A MAIS ANTIGA E A MAIS MODERNA TINTA PLÁSTICA FABRICADA EM PORTUGAL



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS · ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

ELES VOARÃO HOJE FAÇA CHUVA OU SOL

Antigamente a navegação aérea dependia de vários factores entre os quais a visibilidade. Hoje todos os grandes aeródromos do mundo estão equipados com sistemas adequados cujo fabrico está a cargo da ITT (International Thelephone and Telegraph Corp.). O «TACAN», por exemplo, é um equipamento com tal grau de eficiência que permite ao avião, nas piores condições meteorológicas, levantar vôo, seguir rotas e aterrar com a segurança indispensável.

... E recordemos que em cada 30 segundos levanta vôo um avião em qualquer parte do mundo, graças a esse maravilhoso invento dos técnicos da ITT. Ele hoje é de tal modo indispensável que as fábricas do Grupo instaladas na Alemanha, Itália, Canadá, Bélgica, Holanda, Estados Unidos e Japão já possuem as suas linhas de fabrico em plena actividade. O Sistema ITT é uma organização mundial sem paralelo no que respeita a projectos e fabricação neste importante sector.

A **Standard Electrica, S.A.R.L**

É UMA ASSOCIADA DA **ITT**

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

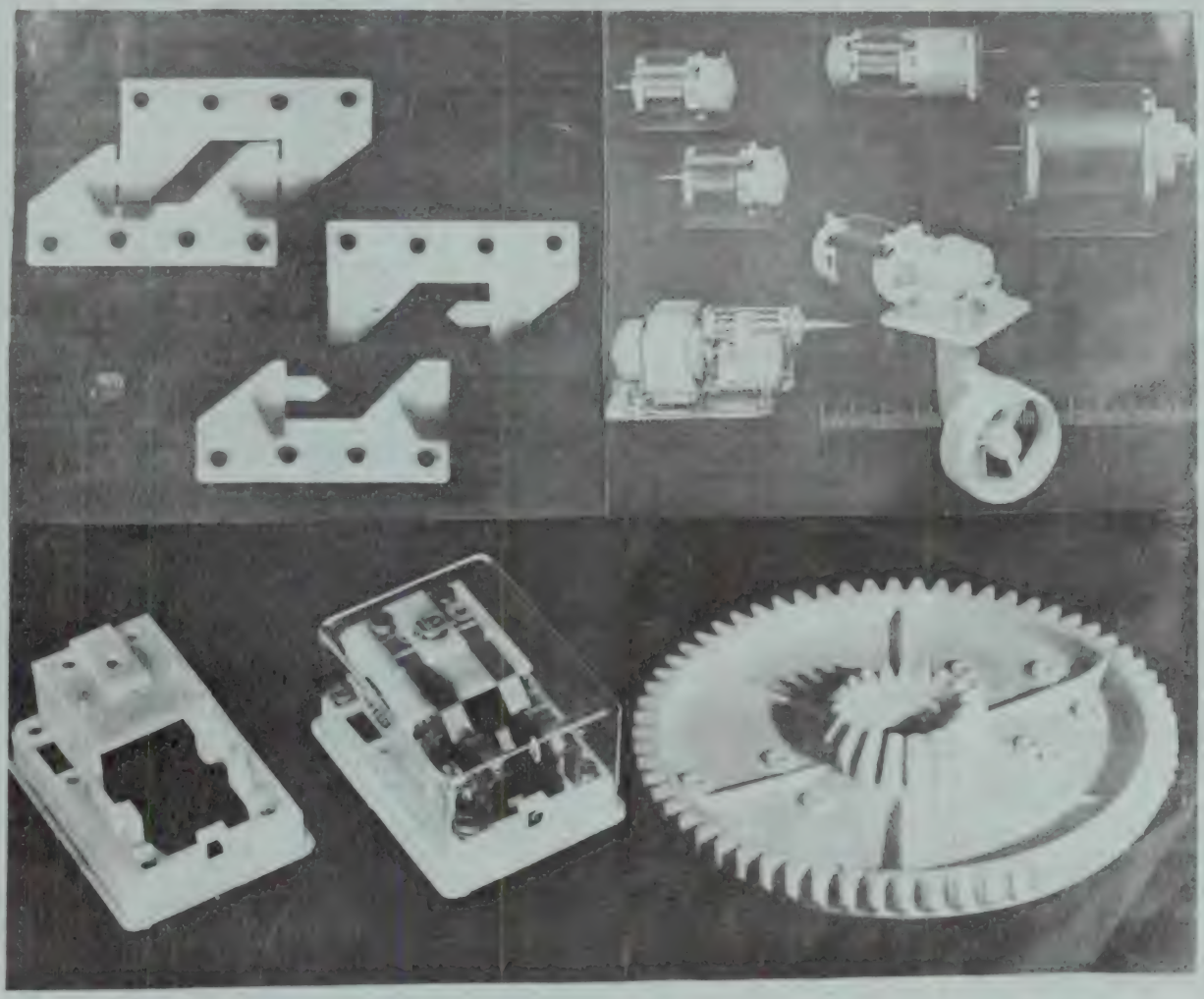
✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A
TELEF. 47812-50129
LISBOA



À ENGENHARIA CIVIL, ELECTROTÉCNICA E MECÂNICA, A QUÍMICA OFERECE **DELRIN**®

DELRIN® é a resina do acetal experimentada através dos seus milhares de aplicações.

Na figura da esquerda para a direita: Dobradiça, motores eléctricos miniaturas, base de relés, engrenagem.

O distribuidor mantem stock permanente da matéria prima. Não deixe de consultar os seus serviços técnicos.

DELRIN® é a marca registada da Du Pont para as suas resinas acetálicas.

DISTRIBUIDOR EM PORTUGAL

ANJOS PEREIRA & C.ª, L.DA

Rua D. João V, n.º 7, 1.º, Dt.º

Telex STAG LISBOA Tel. 684141

DU PONT
REG. U.S. PAT. OFF.

Plastics Department, Du Pont de Nemours International S.A., Geneva, Switzerland

Celulite

ISOLAMENTO TÉRMICO DAS CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° • TEL. 73 01 56 — LISBOA

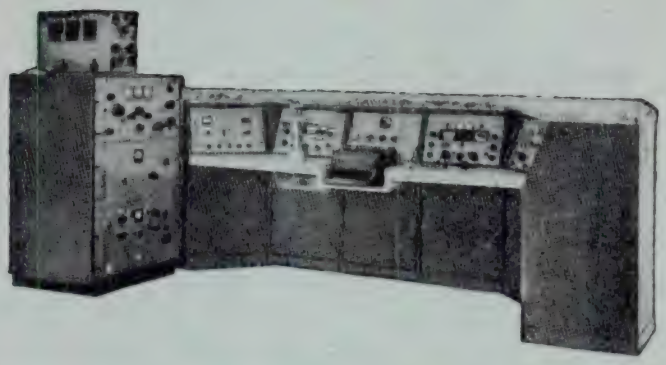
Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

TELEF. 73 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.°-LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM



Comunicações

equipamentos
e sistemas completos

- Cuidadosamente projectados
- Amplamente experimentados
- Completamente integrados

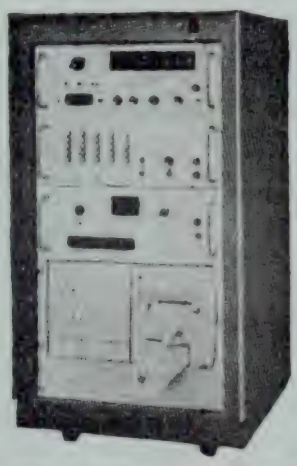
THE TECHNICAL MATERIEL CORPORATION

HEWLETT hp PACKARD

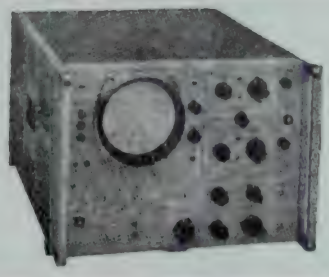
aparelhagem electrónica de medida e registo

Osciloscópios, Oscilógrafos, Voltímetros electrónicos, Geradores de sinal, Contadores electrónicos, Registadores digitais, Fontes de alimentação

Registador digital Dymec



Registador Sanborn



Osciloscópio HP

Contador Electrónico HP

TELECTRA EMPRESA TECNICA DE EQUIPAMENTOS ELECTRICOS, S.A.R.L.

LIVROS TÉCNICOS

- ELECTRÓNICA
- CÁLCULO DE ESTRUTURAS
- ENGENHARIA NUCLEAR
- DESENHO TÉCNICO
- HIDROLOGIA
- CURSO DE MECÂNICA
- MANUAL DO ENGENHEIRO

ETC....

C. L. B.

CENTRO DO LIVRO BRASILEIRO, LDA.

R. Rodrigues Sampaio, 30 B — LISBOA — Telef. 46375/46470

TÉCNICA

DIRECTOR: J. F. GOMES DE PINA

Ano XL—N.º 346 Março de 1965

NOTA DE ABERTURA

Realizou-se no Instituto Superior Técnico, e mais uma vez patrocinada pela nossa Associação, a II Semana do Curso de Engenharia Civil.

Não podia pois a Revista TÉCNICA deixar de a assinalar, tanto mais que além do brilho e projecção atingidos por esta realização dos finalistas de Engenharia Civil, ficou patente, e bem, toda uma capacidade de organização, concepção e trabalho efectivo levado a cabo por gente nova, admiração para muitos, confirmação para aqueles que continuam a depositar confiança na Juventude e nas suas realizações.

Por isso mesmo, e nesta ordem de ideias, apresentamos a contribuição dada pela TÉCNICA à II Semana do Curso de Engenharia Civil, com este número no qual se publicam as conferências proferidas durante ela, além da presença que teve como expositora, na Feira do Livro Técnico.

Completam-no dois artigos do ramo de Civil, aliás aquele que nos fornece o maior quantitativo dos originais por nós recebido, com pedido de publicação.

A este propósito, fazemos notar a dificuldade com que a Redacção da Revista tem deparado, pela falta de originais, principalmente dos sectores Química e Electricidade, reflexo, em parte, da falta de iniciativa e interesse demonstrado, desde há muito, pela maioria dos nossos Profissionais de Engenharia na publicação dos seus trabalhos.

Deixamos aqui expressa a preocupação crescente que este facto nos causa, a par do desequilíbrio a que somos forçados na programação da Revista, como é óbvio. Continuamos, no entanto, a acreditar na compreensão dos antigos e novos colaboradores, de todos os nossos colegas mais velhos e daqueles que queiram manter a Revista à altura dos pergaminhos que alcançou por mérito próprio. E como sempre o tem feito, a TÉCNICA, a Revista de todos nós, receberá com agrado as sugestões, as críticas e os originais que nos quiserem enviar.

A DIRECÇÃO.

II SEMANA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IST — 8 A 13 DE MARÇO DE 1965

PATROCINADA PELA AEIST E ORGANIZADA PELOS FINALISTAS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA

2.ª feira 8 de Março	— Sessão de abertura Com uma conferência subordinada ao tema «A Engenharia Civil no Ultramar Português», pelo Prof. Eng.º Edgar Cardoso. — Abertura das exposições bibliográfica e industrial.
3.ª feira 9 de Março	— Conferência subordinada ao tema «Engenharia de Tráfego», pelo Eng.º Pinto Serrão, do Gabinete da Ponte sobre o Tejo.
4.ª feira 10 de Março	— Visita de estudo às obras dos estaleiros da Lisnave, na Margueira.
5.ª feira 11 de Março	— Conferência subordinada ao tema «Coordenação de obras em grandes conjuntos residenciais», trabalho de colaboração do Gabinete Técnico de Habitação, da Câmara Municipal de Lisboa, apresentado pelo Eng.º Santos Pato.
6.ª feira 12 de Março	— Sessão cinematográfica comentada pelos Eng.ºs Ferreira Chaves e Henrique Burnay, em que foram projectados os filmes «Princípios básicos de terraplenagem» «Escarificação» «Compactação a alta velocidade» «Bases betuminosas».
Sábado 13 de Março	— Sessão de encerramento Com uma conferência subordinada ao tema «Planificação energética em regiões subdesenvolvidas», pelo Prof. Abecasis Manzanares.

A Exposição Bibliográfica realizou-se no I. S. T. e incluiu a participação de alguns organismos oficiais ligados à Engenharia Civil. A Exposição realizou-se no átrio do Pavilhão Central do I. S. T., onde também teve lugar uma Feira do Livro Técnico. Ambas as exposições estiveram patentes ao público durante a semana.

II SEMANA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SESSÃO DE ABERTURA

DISCURSO DO DELEGADO DA COMISSÃO ORGANIZADORA À MESA DA PRESIDÊNCIA

— Senhor Reitor da Universidade Técnica de Lisboa.

Ao iniciar a sessão inaugural da «II Semana do Curso de Engenharia Civil» tenho a honra de apresentar a V. Ex.ª, em nome da Comissão Organizadora, os mais respeitosos cumprimentos e, ao mesmo tempo, o nosso agradecimento por se ter dignado vir presidir a esta sessão.

— Senhor Bastonário da Ordem dos Engenheiros.
— Senhor Presidente da Junta Autónoma das Estradas.
— Senhor Sub-Director do Instituto Superior Técnico.
— Senhores Professores e Assistentes.
— Minhas Senhoras e meus Senhores.
— Caros colegas.

A todos V. Ex.ªs apresentamos os melhores cumprimentos e agradecimentos pela amabilidade e estímulo da vossa comparência.

Não podia a Comissão Organizadora deixar de, ainda que em poucas palavras, referir como surgiu a ideia e quais os objectivos desta «Semana» que hoje começa. Partiu ela da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico, que já em anos anteriores teve a iniciativa de promover organizações semelhantes nos vários cursos professados no Instituto. Este ano a ideia encontrou eco nos finalistas de Engenharia Civil, e aqui estamos para mostrar a V. Ex.ª o que, embora modesto, é o reflexo activo dos desejos que nos animam de contribuir para o engrandecimento e prestígio da Escola. Pretendemos, mais concretamente, contribuir para a valorização técnica dos Estudantes de Engenharia Civil e, simultâneamente, procurámos pô-los em contacto com a Indústria e alguns serviços públicos ligados à especialidade e com engenheiros já lançados na vida profissional. Para isso, entendemos ser conveniente fornecer, em todos os pontos do programa, elementos que possam constituir complemento do ensino que nos é ministrado no Instituto. Tivemos ainda a preocupação de proporcionar o contacto com grandes empreendimentos e com técnicos a eles ligados. Com a presença dos Organismos Oficiais quisemos, a par dos ensinamentos técnicos que eles podem facultar, levar ao conhecimento dos alunos os respectivos campos de actividade e a sua relevante importância. No convite às Empresas para exporem os seus produtos ficou, para além do interesse em conhecer um pouco da realidade da Indústria Nacional, o desejo de que se incentive a sua interligação com os problemas do Ensino, inclusivamente no que se refere aos meios materiais.

Nem as nossas possibilidades nem o tempo de que se dispôs poderiam permitir que esta «Semana» fosse uma realização exaustiva nos seus propósitos. Procurámos suprir com a diversidade e a actualidade dos assuntos a sua menor extensão, e ficamos na esperança de que em anos futuros outros façam mais e melhor. Aos colegas do 5.º ano fazemos neste momento um apelo nesse sentido, pois que só pela continuidade e perseverança se poderá chegar ao nível que todos desejamos para as «Semanas de Curso».

Para tudo o que se fez encontrámos a melhor colaboração e incentivo. Esta referência vai muito para além da habitual norma protocolar e, confessamos, que isso foi para nós a melhor compensação do trabalho dispendido. Em primeiro lugar é de justiça salientar o sempre pronto e compreensivo apoio do Senhor Director do Instituto Superior Técnico, cuja forçada ausência lamentamos. A sua colaboração foi, sem dúvida, a mais valiosa que

encontrámos. Aos nossos Professores e Assistentes não queremos também deixar de agradecer a sua contribuição, na linha das tradicionais relações entre Professores e alunos desta Escola. Sem eles a «Semana» estaria longe do que se conseguiu, nomeadamente no que se refere às conferências e à Exposição Bibliográfica. Bem assim, temos de agradecer aos Senhores Directores-Gerais dos Organismos Oficiais, cuja participação tanto veio valorizar a nossa iniciativa. O seu entusiasmo pela presente realização é afinal a indesmentida prova de quanto lhes importa a formação dos técnicos do futuro. Ao Senhor Bastonário da Ordem dos Engenheiros e ao Senhor Presidente da Associação Industrial Portuguesa agradecemos também a colaboração prestada pelos respectivos Serviços. Para a Indústria vai, finalmente, o nosso obrigado pela interessante presença na «II Semana do Curso de Engenharia Civil».

Prestes que estamos a deixar a Universidade, não admiraria que fizéssemos alguns comentários sobre os problemas pedagógicos. Porém, dois anos decorridos sobre o «Congresso do Ensino da Engenharia», onde com tanto esclarecimento se analisaram esses problemas e se propuseram soluções, que também são anseios nossos, entendemos que apenas deveríamos referir a sua continuada actualidade. Sabemos que o assunto tem merecido a melhor atenção dos nossos Mestres, como já merecia antes do Congresso. Tudo isto leva-nos a formular votos e a confiar em que o ensino da Engenharia se torne mais e mais apto a satisfazer as necessidades do País.

Nesta sessão inaugural profere uma conferência subordinada ao tema «A Engenharia Civil no Ultramar Português» o Senhor Professor Engenheiro Edgar Cardoso. Tem o Senhor Professor por tal forma lugar proeminente na Engenharia Nacional que não podemos nós, seus alunos, pretender apresentá-lo a V. Ex.ª Queremos únicamente deixar bem expresso o nosso reconhecimento pela amabilidade que teve em aceder ao convite que lhe fizemos.

Tenho dito.

PALAVRAS PROFERIDAS PELO REITOR DA UNIVERSIDADE TÉCNICA

PROF. ENG.° DR. FRANCISCO LEITE PINTO

Agradeço aos finalistas de Engenharia Civil, meus colegas dentro de meses, a gentileza de me haverem convidado a presidir à inauguração de uma *Semana* técnica, de sua iniciativa.

Tivemos grato ensejo de ouvir uma bela palestra cheia de informações que nos enchem de orgulho. Fê-la um categorizado mestre da nossa Escola, reputado autor de numerosos projectos de pontes famosas e de outras obras de arte de nomeada, quase todas realidades bem assentes sobre a Terra.

O Prof. Eng.° Edgar Cardoso honra-se e honra-nos por ser o projectista e o consultor da construção do maior arco de betão armado do mundo.

O nosso eminente colega, logo após a sua formatura, abalançou-se a controlar cálculos pela experimentação sobre modelos à escala. Esta ousadia, repudiada por aqueles que só julgavam lícitos os projectos calculados e desenhados segundo os cálculos, valeu-lhe um conhecimento profundo do comportamento das estruturas sujeitas a variados esforços.

Acompanhei como ele acaba de referir as primeiras experiências laboratoriais do jóvem Edgar Cardoso e logo admirei o ineditismo das suas concepções. Poucos como eu anteviram que Portugal teria em breve um engenheiro civil de renome mundial.

O Prof. Edgar Cardoso é padrão de investigador e de projectista que aponto aos jóvens estudantes desta Escola que pretendam vir a ser autores e realizadores de obras públicas de bom quilate.

Renovo os protestos de admiração que sempre prestei ao nosso conferente de hoje.

Senhores finalistas

Até ao primeiro quartel deste século os engenheiros civis constituiam em todo o mundo um dos agregados profissionais onde era mais elevado o número de vaidosos e jactanciosos!

Permitam-me que adiante, porventura com a soberba que necessàriamente fica quando olhamos os *grandes* da nossa profissão, que se enxergam razões para tanta basófia.

Talar os campos, abrindo nas terras moles, nas areias ou nas rochas, largos e grandiosos canais de navegação, interior e de navegação marítima; cortar istmos; reunir ilhas; secar paúis, lagos e braços de mar; furar montanhas e construir túneis gigantes por onde se engolfam torrentes, comboios e automóveis em bicha; disciplinar as ondas, as vagas, as correntes, as cachoeiras e as cataratas; erguer paredões ciclópicos, quer sejam diques quer sejam barragens; cravar no solo e mesmo dentro de águas revoltas torres e faróis; alagar os vales e criar lagos interiores; desviar rios; transformar toda uma bacia fluvial não apenas para produzir electricidade ou mudar o sequeiro em regadio, mas para modificar completamente o aspecto de vastíssimas regiões; tornar uma costa marítima impenetrável num rosário de portos, cada um dos quais é, só por si, hossana ao poder da Técnica e ao génio do homem pensante; ir buscar água e fluidos vários a centenas ou a milhares de quilómetros e distribui-los por milhões de utentes; apertar todo o globo numa imensa rede cerrada de estradas e caminhos de ferro e salpicar o planeta com milhares de aeródromos gigantes, de forma a permitir que as gentes mais desviadas se considerem vizinhos do mesmo patamar; estruturar e organizar metrópoles tentaculares onde milhões de indivíduos co-habitem e onde um único meio do transporte subterrâneo pode escoar 3 milhões de passageiros por dia; transpor numa pernada (às vezes de um quilómetro) vales e rios — Ah! Sim!, isto são trabalhos de Hércules que torna vaidoso o mais humilde!

De tal maneira os engenheiros civis têm modificado a face do mundo que já lhe chamavam os cirurgiões estéticos do planeta!

O que mais impressiona, porém, quando olhamos qualquer desses trabalhos, projectados pelo cérebro do homem e realizados pela sua mão, é o sentido social de todo o empreendimento.

Podemos afirmar que as técnicas de construção, e as técnicas maquinistas que outros empregam, contribuiram tanto para o prolongamento da vida humana como os progressos da Higiene e da Medicina.

No nosso País tem sido enorme — prodigiosa! — a obra de todos os técnicos da Engenharia Civil — obra essa a visar o desenvolvimento económico e a melhoria social das gentes portuguesas. Basta folhear o Relatório Anual do Ministério das Obras Públicas para se avaliar o conjunto de trabalhos orientados e executa-

dos pelos serviços do Estado. E esse labor imenso emparcela com outras construções civis, igualmente vultosas, levadas a cabo por conta de empresas privadas ou de simples particulares.

Que enormes progressos materiais nos últimos trinta anos!

Os empreendimentos considerados fora das possibilidades nacionais há um quarto de século, são hoje correntes nos nossos critérios técnicos. Professores, consultores, investigadores, projectistas, ensaistas, executantes da Engenharia Civil já não consideram hoje qualquer projecto grandioso como impossível de resolver por técnicos portugueses ou, pelo menos, com activa e eficiente colaboração nacional.

O nível técnico português elevou-se muito. Por um lado por ter sido espevitado por realizações sucessivamente mais complexas; por outro lado porque os planos de estudo e os programass dos vários graus de ensino se adaptaram a novos processos de construção e a novos materiais; por outro lado ainda porque se iniciou uma *coordenação* entre a pesquisa, a Indústria e as Escolas.

Não posso deixar de voltar a exprimir o meu convencimento, tantas vezes repetido, de que se torna premente uma *coordenação* de toda a investigação científica nacional e de todo o ensino técnico, nos seus diferentes graus.

Meus senhores

Acaba o ilustre conferente de nos traçar em largas pinceladas o quadro das realizações de engenharia civil no Ultramar português. Acrescentou breve apontamento sobre os projectos em curso ou já aprovados. Estradas e caminhos de ferro, portos e aeroportos, barragens e pontes — toda uma grande gama de grandes obras, algumas delas mais importantes de que similares construídas na Metrópole.

Engenheiros civis e agentes técnicos de Engenharia formados em Escolas nacionais realizaram um vasto plano de empreendimentos com fitos análogos aos do Portugal europeu. Valorizar a grei que é mescla de raças várias abrigadas sob a mesma bandeira.

Num momento em que outros povos ocidentais abdicaram da sua missão civilizadora, Portugal continua ligado à ideia imperial, isto é, à de uma sociedade de povos interessados numa *comum-unidade* de culturas que se interpenetram.

Portugal só deixou de ser condado em luta com outros condados quando se expandiu para além do mar. Não desejamos voltar oito séculos atrás e por isso 180 000 jóvens da Metrópole já estiveram África dentro a defender os territórios que a Engenharia continua a valorizar como se em paz estivéssemos a trabalhar para a valorização espiritual e material dos Portugueses que em África vivem.

O ilustre conferente abordou os conceitos de *necessidade* e *rentabilidade* das obras em construção e a construir em África. Ficou bem expresso que é preciso que as técnicas, os técnicos, os economistas e também os dirigentes do Estado se adaptem às realidades que são variáveis de região para região dentro do nosso vasto Portugal.

Formulou o distinto mestre votos para que, mesmo em período de guerra que tantos sacrifícios de sangue e de dinheiro nos está custando, se não abrande o ritmo das obras de engenharia. Associamo-nos aos votos expressos: os jóvens soldados continuarão a preservar o trabalho dos jóvens engenheiros e agentes técnicos de engenharia.

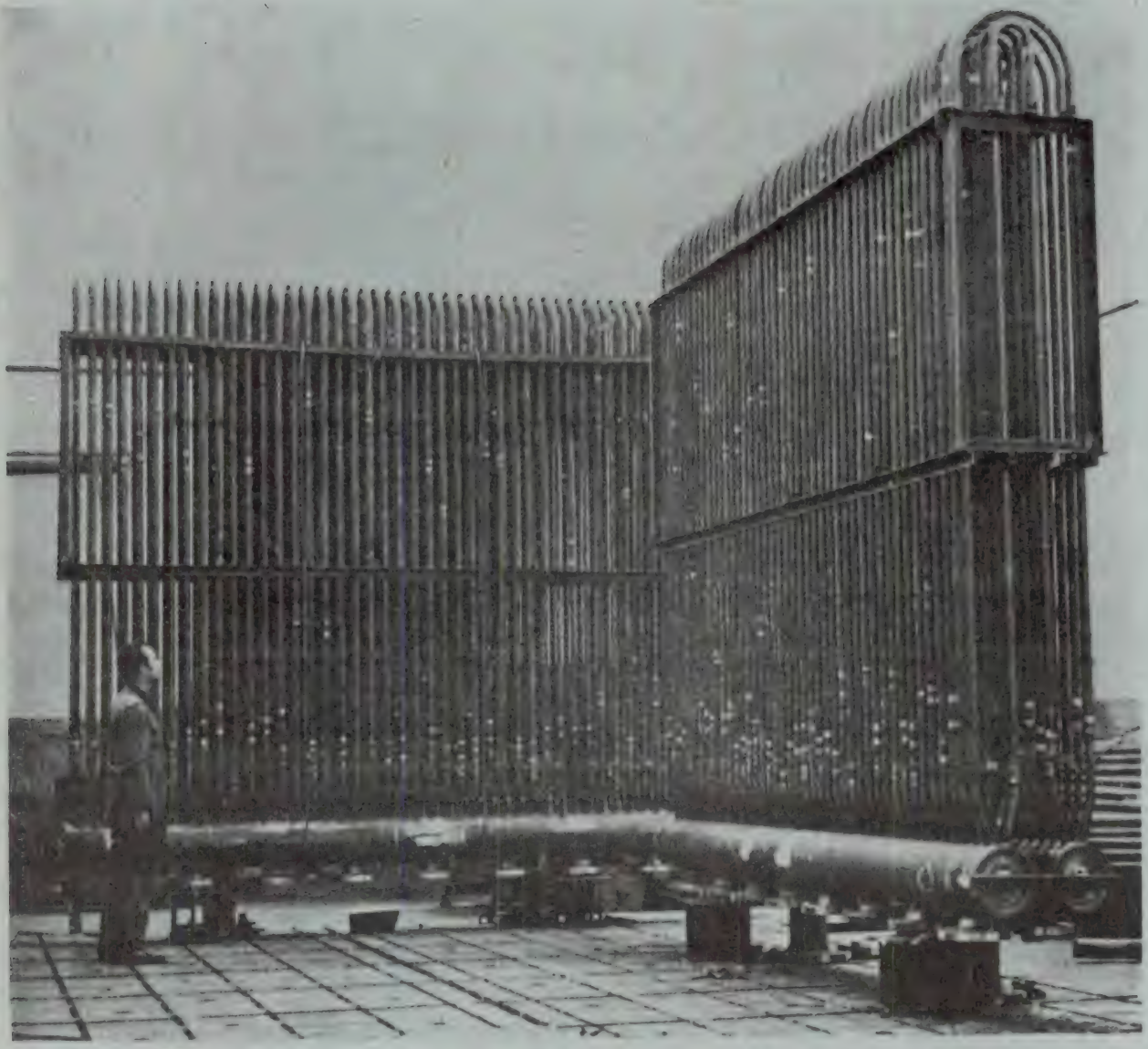
Tiveram os alunos do 6.º ano de Engenharia Civil, dos quais eu devia ter sido professor (e penaliza-me não o ter sido) a feliz ideia de promover esta Semana de Conferências, tão auspiciosamente inaugurada.

A estes alunos e à A. E. renovo e apresento agradecimentos por me terem proporcionado este convívio agradável.

A Universidade presta homenagem, em primeiro lugar ao Ex.mo Sr. Director-Geral do Ensino Superior que aqui represento e que louva a iniciativa, depois aos Ex.mos Srs. Bastonário da Ordem, Secretário-Geral do M. O. P., Presidente da Associação Industrial de Lisboa, Director do I. N. I. I. e tantas personalidades ilustres aqui presentes ou representadas.

As minhas últimas palavras são de felicitações e dirigidas ao conferente, meu ilustre colega a quem o País já tantos serviços deve e a quem desejo, do coração, novos triunfos.

MAGUE



"Sobrequecedor tinal para uma das duas caldeiras de 75 t h fomecidas para a central térmica II de Lourenço Marques"

= (Colaboração com Sulzer Frères) =

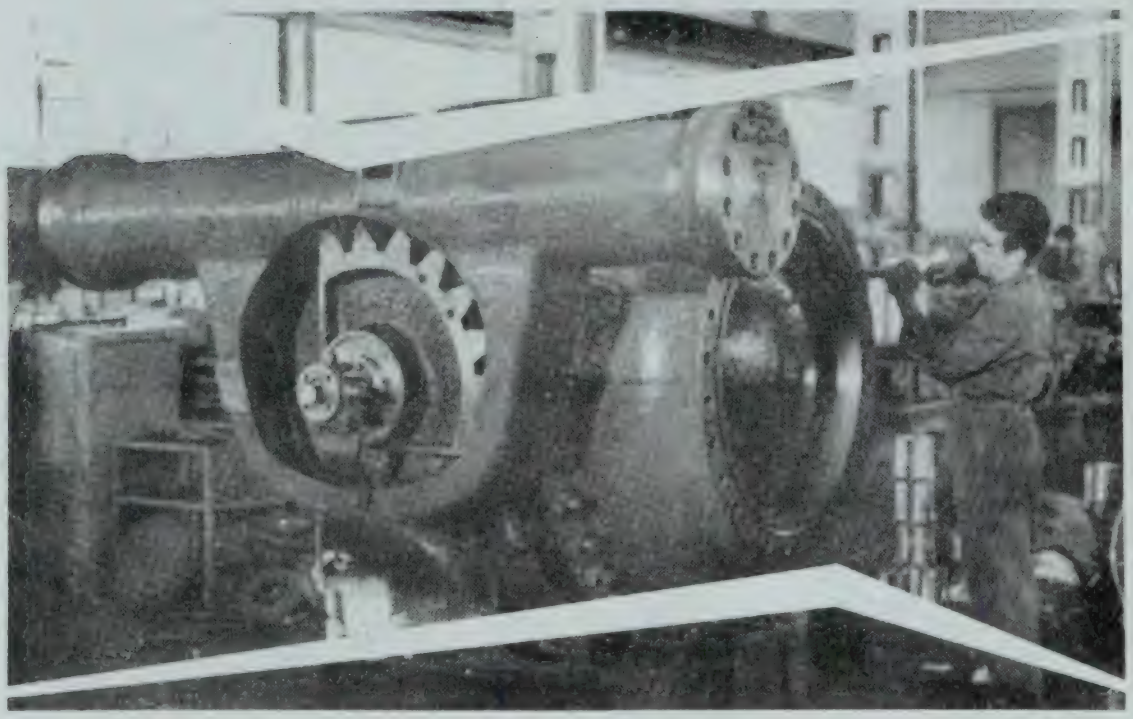
PONTES ROLANTES — *Projecto e fabrico*
GUINDASTES — *Projecto e fabrico*
APAR. DE ELEVAÇAO ESPECIAIS — *Projecto e fabrico*
TURBINAS HIDRAULICAS — *Fabrico segundo licença de A. C. M. de Vevey*
TURBINAS A VAPOR — *Fabrico segundo licença de Brown Boveri, Cie*
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

CONSTRUÇÕES METALOMECANICAS **MAGUE** S.A.R.L.

ALVERCA DO RIBATEJO — PORTUGAL

aços vazados
ferros meehanite
mecânica MÉDIA E PESADA
construções metálicas

COMPORTAS
TURBINAS
CONDUTAS FORÇADAS
RESERVATÓRIOS SOB PRESSÃO
PERMUTADORES DE CALOR



Centrais Hidráulicas

Válvula Esférica para Lomaum

DMM

DIVISÃO METALO-MECÂNICA

COMPANHIA UNIÃO FABRIL

AVENIDA 24 DE JULHO, 170 — LISBOA 2 ✦ TELEFONES 67 04 21 E 67 20 61 ✦ TELEGRAMAS: METALOFABRIL

C. D. U. 624 (469.5)

A ENGENHARIA CIVIL NO ULTRAMAR PORTUGUÊS

Pelo Prof. EDGAR CARDOSO

Os alunos da cadeira de Pontes e Estruturas Especiais tiveram a gentileza de me convidar para tomar parte na sua II Semana de Curso da Engenharia Civil deste Instituto, realizando para o efeito, uma conferência na Sessão Inaugural.

O tema, escolhesse-o eu!

Logo lhes disse que gostosamente acedia à solicitação e que lhes poderia falar, talvez, sobre assuntos da minha especialidade — da Engenharia Civil no Ultramar Português. Por confusão minha, como vim a averiguar, resultou que apareceu em «letra redonda» que o Prof. Edgar Cardoso faria uma conferência subordinada ao título:

«A Engenharia Civil no Ultramar Português».

E aqui estou eu compelido a ter que desenvolver um assunto que engloba uma vastidão de matérias, quando, mais do meu agrado seria limitar-me ao pouco a que me tenho dedicado.

Começarei por evidenciar que no nosso Ultramar se pratica toda a classe de trabalhos de Engenharia Civil, com a mais elevada especialização técnica, quer se trate de construções civis ou industriais, estradas ou caminhos de ferro, portos ou aeroportos, empreendimentos hidro-agrícolas ou energéticos, quer dos correspondentes estudos, da investigação aplicada e do controle das obras.

Procurarei, seguidamente, através de exemplos, mostrar o que de mais particular tem a Engenharia Civil no Ultramar Português, relativamente à prática da Engenharia no Velho Continente.

Abordarei, finalmente, os conceitos de «necessidade» e de «rentabilidade» que, no Ultramar, como se verá, tomam correntemente aspectos diferentes dos da Metrópole.

* * *

O que vou dizer é certamente sujeito a controvérsia. De qualquer modo, é o resultado duma ponderada meditação sobre o observado, cá e lá, estrictamente no desempenho do livre exercício da profissão liberal de Engenheiro.

É critério puramente pessoal, portanto sem qualquer relação com cargos oficiais que desempenho.

Quanto à prática dos vários ramos da Engenharia Civil no Ultramar e seu valor técnico podemos efectivamente referir:

Sobre a *construção civil e industrial*, particularmente em Moçambique e Angola, existem grandes edifícios ou simples moradias que, em técnica funcional e construtiva, ou em estética, se comparam aos das grandes cidades.

Não existe em Angola o mais alto edifício do País?

A nossa melhor aerogare, não será a de Lourenço Marques?

No que se refere a *caminhos de ferro*:

Em *Angola*, além da construção do Caminho de Ferro do Congo, de Luanda até Lifune — interrompido mais provàvelmente por surgir o terrorismo — e do Caminho de Ferro de Luanda, e do Caminho de Ferro de Moçâmedes até Sá da Bandeira, procedeu-se, nos últimos 10 anos, à construção, completa, de mais de 500 km de via férrea entre Sá da Bandeira e Serpa Pinto, com as obras-de-arte incluídas.

O alargamento de bitola do Caminho de Ferro de Luanda, já efectuado, inclui o reforço de cerca de 100 pontes e pontões.

Os novos traçados do Caminho de Ferro de Moçâmedes incluem a importante ponte-açude sobre o rio Cunene, com cerca de 1 km de extensão e mais uma dezena de pontes diversas de betão

preesforçado e de betão armado preesforçado, as primeiras destes materiais a serem construídas no País, cuja importância técnica julgo de assinalar, pelos resultados a que conduziu.

Custaram estas pontes, por metro linear, entre 20 a 30 contos, ao passo que obras similares, mas metálicas, de projecto alemão, construídas no mesmo período na linha da Beira Alta, com preços de materiais e de mão de obra, nestas, menos de metade, foram pagas por cerca do dobro, isto é, à volta de 50 contos por metro.

Ainda a propósito destas pontes de betão armado preesforçado, sou tentado a contar uma história passada por ocasião das 1.as Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil, realizadas há alguns anos em Lisboa.

O muito conhecido Prof. Aderson Moreira da Rocha, que chegou no momento em que se tratava de Estruturas, sem reparar no que estava exposto em redor da sala, pediu a palavra para descrever uma ponte em construção que havia projectado para Brasília, a primeira de todas, segundo julgava, a ser executada de betão armado preesforçado.

Quando acabou de falar e a seguir aos aplausos, foi-lhe dito, por doces palavras, que pontes dessas não só para estradas mas também para caminhos de ferro estavam em serviço, já há alguns anos, particularmente no nosso Ultramar, como poderia verificar através das diferentes fotografias patentes e dum filme que a seguir se projectou.

Também em *Moçambique* se construíram nos últimos anos mais de 600 km de caminhos de ferro, qualquer coisa como de Lisboa a Bragança, destacando-se o importante caminho de ferro do Limpopo com a sua bela ponte-açude de cerca de 700 m de comprimento.

Na construção e beneficiação de estradas há igualmente que destacar e louvar o trabalho realizado.

Assim, em Angola, só no ano de 1963, foram executados cerca de 400 km de terraplenagens de estradas, de expressão técnica superior e mais de 600 km de novos pavimentos, incluindo, nesses traçados diferentes e importantes obras de arte.

Não me levem a mal os Exm.os Senhores, Director-Geral dos Transportes Terrestres e Presidente da Junta Autónoma de Estradas, que faça um ligeiro comentário a um artigo de responsabilidade do Automóvel Club de Portugal, publicado no n.º de Nov.-Dez. de 1964, intitulado:

«Actividade Rodoviária Nacional» — Alguns números esclarecedores da actividade Rodoviária Nacional em 1963. Começa assim:

«A Direcção-Geral dos Transportes Terrestres publicou recentemente o seu esclarecedor «Anuário Estatístico» referente a 1963 que permite avaliar a actividade rodoviária e ferroviária nacionais naquele ano.

E mais abaixo

«No termo de 1963 a extensão das estradas do continente era de 28 690 quilómetros (mais 362 km do que em 1962), distribuídos por 17 667 quilómetros de estradas nacionais e 11 023 quilómetros de estradas municipais. As estradas nacionais «cresceram apenas uns escassos 43 km». E, quanto aos caminhos de ferro, o artigo só diz que houve 111 ocorrências em passagens de nível com 42 mortes!

Então, Exm.a Direcção do Automóvel Club de Portugal, as Províncias de Angola, Moçambique, Guiné, etc. não entram no cômputo da actividade rodo e ferroviária nacionais a que se refere o título do artigo e o 1.º parágrafo do seu texto?

Ainda em Angola, quanto a estradas, podemos citar que entre outros estudos estão em curso os troços Malange-Henrique de Carvalho, com a extensão de meio milhar de quilómetros e cerca de 20 pontes, e a estrada litoral Luanda-Novo Redondo-Lobito, incluindo a importante ponte sobre o rio Cuanza e as pontes sobre os rios Longa e Queve, estrada já concluída até à foz daquele primeiro rio citado.

Em *Moçambique*, nos últimos 10 anos, construíram-se mais de 1500 km de estradas de moderno traçado e óptimo pavimento, incluindo numerosíssimas e importantes obras de arte.

Destaca-se a estrada Lourenço Marques-Inchope (Beira), já construída para além de Maxixe, em frente a Inhambane. Efectivamente, tem esta estrada um troço de cerca de 10 km que inclui

11 viadutos e uma importante ponte, em João Belo, a de maior vão do País a seguir à Ponte da Arrábida e a primeira ponte suspensa de tirantes do nosso território; inteiramente construída por portugueses, na quási totalidade de Moçambique, incluindo o fabrico, no local, dos próprios cabos, nela se adoptaram técnicas que rivalizam com as melhores estrangeiras.

Tem ainda esta ponte uma das suas fundações a mais de 70 m abaixo do nível do solo, ultrapassando de cerca de 15 metros a altura da fundação da parte enterrada do pilar sul da ponte do Tejo em Lisboa, o que se julga constituir um record mundial.

O lanço desta estrada entre João Belo e Maxixe, na extensão de cerca de 270 km, é de longe, o melhor do País, quer quanto a traçado quer quanto a regularidade do pavimento, pois pode percorrer-se, com segurança, em 2 horas de marcha, características que se manterão até ao rio Save e do Save ao Inchope.

Veio há cerca de um ano, na Imprensa, uma notícia considerada sensacional para o grande público: estava em trabalho, na França, uma «máquina especial» que «fazia» 1 km de estrada, completa, por dia!

Ora, o citado troço Maxixe/Save, na extensão de 350 km — com um perfil transversal de 9 metros, largura de faixa pavimentada 6 metros, base em solo-cimento e solos estabilizados, pavimento selagem betuminosa simples — tem um prazo de execução de 30 meses! Lá, trabalhavam já nessa ocasião as tais «fantásticas» máquinas, senão mais poderosas, mas como é em Portugal... a Imprensa não teve ainda conhecimento delas, razão certamente porque não deu ao facto análogo relevo.

Permitam-me que fale ainda um pouco mais de pontes.

Estão em Angola as primeiras pontes do País, do tipo arco-tímpano-tabuleiro, como elemento resistente único; uma sobre o rio Dange, que os terroristas, em vão, tentaram destruir, e outra, sobre o rio Cuanza, na estrada Dondo-Nova Lisboa.

Em Moçambique existe um Bow-String metálico, sobre o rio Púnguè, na estrada Beira-Rodésia e outro na Guiné, sobre o rio Mansoa, cujos tipos estruturais conduzem a esforços de flexões cerca de 1/3 dos que se desenvolvem na viga Langer usada pelos ingleses na Ponte Marechal Carmona, em Vila Franca. A adopção de tal tipo estrutural nesta última ponte conduziria a uma economia da ordem de 1 dezena de milhar de contos!

Ainda em Moçambique está em construção uma ponte de estrada, com cerca de 3 km e meio de extensão, ligando a Ilha de Moçambique ao continente, cujo custo pouco excede 20 mil contos — bem pouco para o valor da Ilha — a que corresponde apenas 1300$00 por m^2 não obstante os preços dos jornais e materiais serem, lá, cerca do dobro dos da Metrópole.

Apenas para confrontar a diferenciação do conceito «necessidade» e de «rentabilidade» a que adiante me referirei em mais pormenor, direi que por menos do dobro dessa quantia, isto é, sensìvelmente 1 vigésimo do que foi atribuído neste Plano Intercalar de Fomento (1965-67) para a ponte sobre o Tejo, ou pouco mais de meio por cento do total dos encargos com esta obra, parece ser efectivamente possível acabar com as restrições impostas ao tráfego ferroviário pela anacrónica ponte D. Maria Pia, evitando-se, ainda, o prejuízo nacional que resultará para o País em lançar para a sucata o elemento estrutural principal que desde a primeira hora de concepção da Ponte Arrábida se lhe havia destinado — o cimbre desta última ponte.

Mas, basta de pontes!

Quanto a *portos*, os que existem e os que estão em curso, como os de Luanda, Lobito, Moçâmedes, Lourenço Marques, Beira, Nacala, etc., pode anàlogamente dizer-se que representam outros tantos trabalhos de mais elevada especialização da Engenharia Civil, da maior importância para o progresso e economia das Províncias Ultramarinas.

São, como se sabe, os melhores de toda a África e os que estão melhor apetrechados.

No que se refere a *aeroportos e a aerogares*, como os de Luanda, Lourenço Marques, Sal, Beira Nacala, Baucau, etc., executados ou em construção, representam mais outros tantos padrões da Engenharia Civil no Ultramar.

Pode ainda dizer-se sobre este capítulo que não há qualquer «terreola» que não possua uma pista de aviação.

Isto faz com que seja possível, por exemplo, sair certa manhã de Luanda, visitar os trabalhos de construção da travessia do Cunene entre Humbe e Roçadas, a mais de 1000 km de distância, ir dormir a Cassinga e no dia seguinte, depois de inspeccionar as obras da ponte ferroviária sobre o rio Cului, chegar tranquilamente e sem fadiga de maior, à cidade de Luanda.

Os importantíssimos empreendimentos *hidro-agrícolas, de irrigação e colonização*, como os do Cunene e do Limpopo, glórias do eminente engenheiro António Trigo de Morais, são eloquentes exemplos da capacidade técnica dos portugueses, considerados «utopia» em época anterior.

E, quanto a *barragens*, para não citar outras, as da Chicamba e de Cambambe, são exemplos da prática da Engenharia Civil, no campo energético, a atestar o mérito dos projectistas e construtores portugueses.

Feito este já longo resumo de algumas obras realizadas, bem curto para o muito que se tem realizado e está em curso, desejo agora mostrar, através de exemplos, o que de particular tem a Engenharia Civil no Ultramar Português relativamente à prática da Engenharia na Metrópole.

É missão do engenheiro civil idealizar concepções, dimensioná-las, torná-las realidade material, de modo a que possuam a mais adequada eficiência funcional, presente os bem conhecidos conceitos de economia e de segurança, quaisquer que sejam as obras a edificar.

Para tanto, são condições essenciais:

— A importância dada aos estudos de planeamento e de projecto, importância que nunca será demasiada relativamente à maior eficiência, maior economia e maior segurança, que sempre resultam, ou para o aumento da rentabilidade do empreendimento;

— Os meios disponíveis para a condução e, particularmente, para o controle das diferentes fases do trabalho.

Mas, escusado talvez seria dizê-lo, a concepção, o dimensionamento e a execução do empreendimento, dependerão fundamentalmente como condição necessária:

— do local, região ou ambiente, quantas vezes desconhecidos ou adversos sob alguns aspectos primordiais, ou levantando problemas que transcedem o âmbito técnico;

— da possibilidade de aquisição de materiais de construção e de equipamentos, quantas vezes só existentes a centenas ou milhares de quilómetros de distância e, até, sem vias fáceis de acesso;

— da carência ou abundância de pessoal especializado ou de mão-de-obra de simples trabalhador.

Vejamos como estes últimos 3 factores individualizam a Engenharia Civil no Ultramar e a diferenciam da Metrópole.

Assim, quanto ao *local, ambiente ou região*

Algumas zonas do território há onde não existem cartas suficientemente pormenorizadas, nem até levantamentos topográficos — já que muitas vezes o trabalho do engenheiro civil anda à frente da civilização.

A topografia clássica é dificultada pela densa vegetação ou pelo pântano, ou é impraticável pela extensão da área a cobrir;

Terão que se levantar as dificuldades improvisando meios expeditos, com largo recurso ao avião ou helicóptero, que se usam sem regateios;

Assim, para atravessar uma grande chana, como por exemplo a do rio Cutato, próximo de Artur de Paiva, quando da construção do Caminho de Ferro de Moçâmedes, algumas observações aéreas, documentadas com fotografias e filmes coloridos, examinados no Gabinete, inclusivé estereoscòpicamente, permitiram resolver o problema.

Pode dizer-se que, no Ultramar, quaisquer que sejam as Províncias, o reconhecimento aéreo é prática corrente.

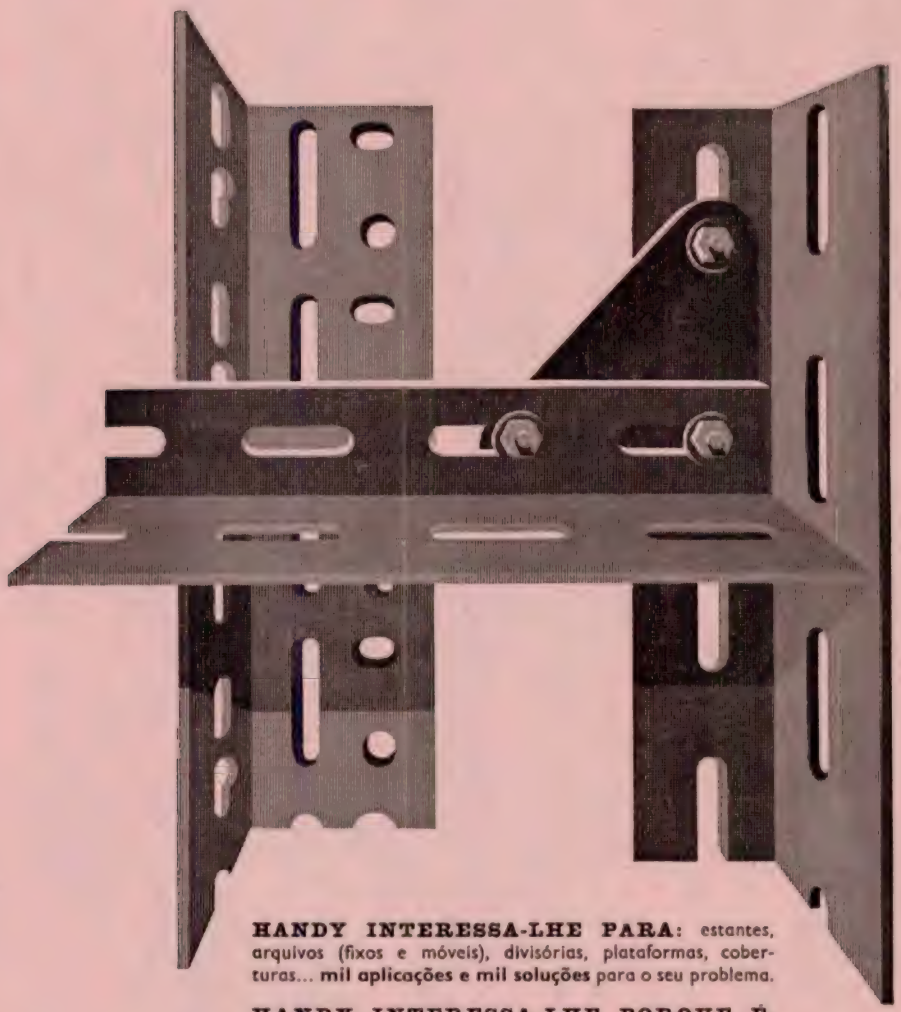
No continente, nenhuma destas dificuldades existe, mas se porventura o engenheiro, em linguagem mais livre, «africana», se tivesse que «desenrascar», muito provàvelmente não levava a carta a Garcia...

Idênticamente, se há que transpor um grande rio do qual se não conhecem o perfil transversal dos fundos e a natureza do subsolo ou, até, com alguma precisão, o caudal da cheia centenária e

AO SERVIÇO DA SUA IMAGINAÇÃO...
E DO SEU INTERESSE

HANDY

CANTONEIRAS PERFURADAS

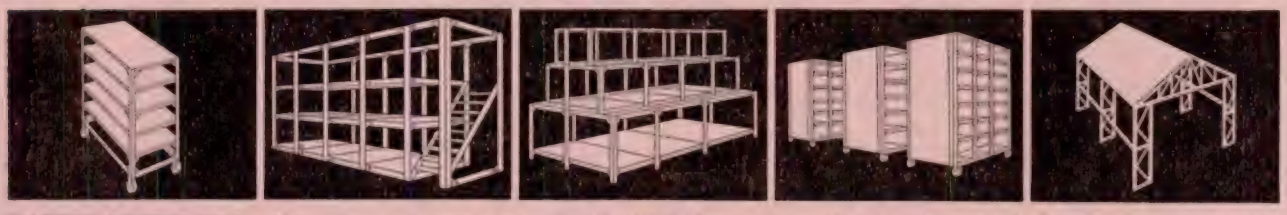


HANDY INTERESSA-LHE PARA: estantes, arquivos (fixos e móveis), divisórias, plataformas, coberturas... **mil aplicações e mil soluções** para o seu problema.

HANDY INTERESSA-LHE PORQUE É: económico, simples, rápido, versátil, recuperável... fabricado em Portugal e preferido em 101 países do Mundo.

HANDY INTERESSA-LHE SOBRETUDO: porque **você próprio** pode montar o que quiser.
Mas o Gabinete Técnico e as equipas de montagem da **HANDY** estão prontos a prestar-lhe **imediatamente** a assistência e o serviço necessários.

ANDE COM O PROGRESSO... ANDE COM HANDY

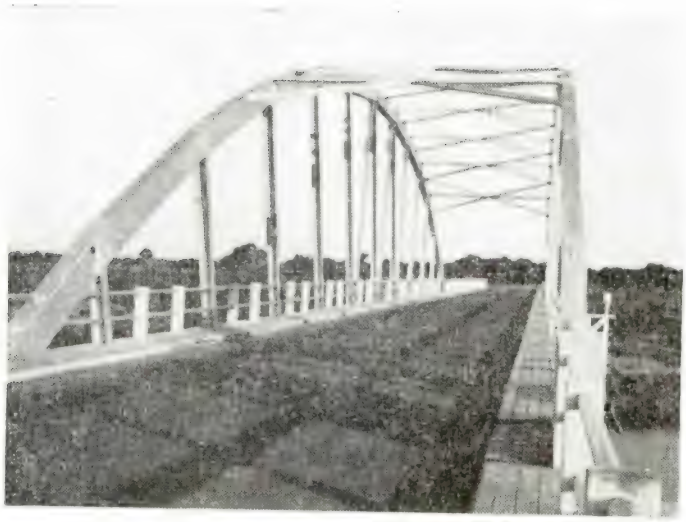


HANDY ANGLE, LDA. — **Lisboa**: Av. Ant. Augusto de Aguiar, 38-A, Tel. 4 85 58 / **Águeda** (Fábrica), Tel. 5 81 31 / **Porto**: R. Gonçalo Gristóvão, 348, Tel. 3 73 62

Ponte sobre o rio Limpopo, em João Belo, da estrada Lourenço Marques — Beira

Ponte rodoviária, sobre o mar, de ligação da Ilha de Moçambique ao Continente, actualmente em construção. Estão já executados cerca de 1200 metros, a partir do Lumbo

Ponte provisória sobre o rio Cuanza, da estrada Luanda – Nova Lisboa



Ponte sobre o rio Púnguè, da estrada Beira – Rodésia. «Bow-String» especial de pendurais inclinados, ao centro em «W», vão 70 metros, de apoios inclinados

Ponte sobre o rio Cuchi, do caminho de ferro de Moçâmedes. Superestrutura de betão armado preesforçado, viga única, contínua, com cerca de 200 metros de comprimento, sobre pilares pendulares de betão armado, de secção losangular

as cotas atingidas pelas águas excepcionais, como obter cada um desses elementos indispensáveis ao estudo da respectiva obra-de-arte? Existem estes problemas na Metrópole?

Por exemplo, o perfil e o subsolo do rio poderão ser obtidos, em primeira análise, por sondagens geoeléctricas, como é o caso de trabalhos que temos entre mãos para o Cuanza e o Zambeze, de que as respectivas Províncias Ultramarinas dispõem as necessárias aparelhagens e a prática das correspondentes técnicas.

Ainda quanto ao local ou região, o que mais impressiona a quem vai da Europa, é a grandeza dos «acidentes da natureza», dos obstáculos, das dificuldades a vencer, e a extensão, ou o volume, dos trabalhos a realizar.

Já citámos a baixa de Chicumbane que na largura de 10 km é tudo água nas cheias, obrigando a construir os tais 11 viadutos e a 2.ª ponte do País em grandeza de vão. A construção dessa estrada, para o norte, além das 30 pontes que necessita até ao Save, obriga a construir, sobre este rio, uma obra-de-arte com cerca de 1 km, com vãos de mais de 200 metros cada um e, ainda, mais duas outras pontes importantes, sobre o Búzi e o Púnguè. O seguimento da estrada para Quelimane, obrigará a atravessar o Zambeze com uma ponte de mais de 3 quilómetros de comprimento.

A estrada e o caminho de ferro, da Beira para a Rodésia, atravessam a baixa do rio Púnguè, que, nas cheias, fica coberta em 17 km de extensão, muito provàvelmente com as águas que transbordam do Zambeze.

Onde há disto na Metrópole?

Outro exemplo da adversidade da natureza contra o trabalho do homem, é o da encosta sul da Província de Timor. Ela é cortada por uma série de ribeiras, com centenas de metros de largura que, quando chove parece que carream tanta pedra como tanta e abundante água levam para o mar.

Nos seus leitos, que vão constantemente subindo e galgando as margens, rolam calhaus que atingem mais de 1 metro de diâmetro e casuarinas com 10 a 20 metros, derrubadas pelas enxurradas.

Como, com tais condicionamentos, atravessar essas ribeiras, por obras, mesmo provisórias que sejam?

Ainda outro exemplo:

A ligação por um istmo da Ilha da Taipa com a de Coloane, da nossa Província de Macau, não irá prejudicar o canal de acesso ao continente e, por outro lado, unir, por assoreamento, essas ilhas com as da China Continental? É um outro caso complexo que, além do mais, transcende a técnica, — sem ter paralelo na Metrópole.

Quanto ao ambiente ou meio, em resumo, o que mais importa salientar do nosso Ultramar relativamente à Metrópole é, portanto, a *escala* das coisas.

Lá, tudo é grande: as dificuldades, as distâncias, as potencialidades energéticas, as riquezas agro-pecuárias e mineiras, as redes viárias, incluindo as aéreas, o movimento dos portos, etc., como acabamos de ver.

No que se refere aos *materiais*, onde é, por exemplo que, na Metrópole, há necessidade de transportar pedra, por camião, a 500 e mais quilómetros de distância?

Isto é corrente, em Angola e Moçambique.

Assim, para o fabrico dos betões da já enumerada ponte sobre o Save, foi previsto levar a brita, por estrada, das proximidades de Lourenço Marques, distante cerca de 800 quilómetros.

Também para o fabrico da base solo-cimento, do lanço da estrada, já citado, Maxixe-Save, uma frota de camiões transporta diàriamente dezenas de toneladas de cimento a mais de meio milhar de quilómetros de distância.

As pontes do caminho de ferro entre Cuchi e Serpa Pinto gastaram cimento que teve que percorrer, por terra, mais de 1000 km e o mesmo irá acontecer às de Malange a Henrique de Carvalho.

E para Timor, indo da Metrópole, como tem acontecido, dará meia volta ao mundo!

Acontece, ainda, que, alguns materiais, como os aços, particularmente os laminados, têm longos prazos de entrega, quer na origem, quer por aguardarem transporte marítimo, prazos por vezes incompatível com a urgência das obras, factos que o engenheiro que projecta para o Ultramar não deve esquecer.

Por estes exemplos se verifica quanto pode influenciar, na concepão e dimensionamento duma obra, a maior ou menor facilidade na aquisição dos materiais.

Os estudos terão assim que ser devidamente aprofundados em todos os seus pormenores. Não basta a intuição de quem se julga conhecedor.

Ocorre-nos, a tal propósito, contar o seguinte: para certa obra importante, exactamente porque a brita só existia a centenas de quilómetros de distância, pôs-se a hipótese do emprego de tubos metálicos patenteados, para o que se elaborou a respectiva estimativa. Analisado o problema, veio a concluir-se que a pedra que se tinha que empregar em alvenaria seca, circundando os tubos, para impedir a sua encurvadura, também a transportar de análogas distâncias, era muito mais do que consumiria, em brita, a obra totalmente de betão armado que se veio a executar, resultando, no conjunto, uma economia de 50 %.

Também não é de todo despropositado, para os futuros engenheiros civis o caso paralelo seguinte:

No primeiro dimensionamento dum arco encastrado abatido, são geralmente insuficientes, em aparência, as espessuras arbitradas para as nascenças. A ideia que logo vem aos menos prevenidos, é aumentar as secções; peor fica! Depois de inglório trabalho, com melhor análise se concluiria que o único processo econòmicamente viável, seria o inverso.

Se a espessura arbitrada não chega, tenta reduzi-la mais, que, por certo, acertas! Isto não me ocorreu ao dimensionar a ponte sobre o Autoestrada, na Cruz das Oliveiras.

Quisemos com estes exemplos evidenciar quanto perigoso é partir de conceitos preconcebidos.

Quanto a *equipamentos de estaleiro* há que ter igualmente em atenção, nas Províncias Ultramarinas, as maiores ou menores dificuldades da sua aquisição, sem olvidar o estudo dos meios para os fazer transportar até ao local dos trabalhos.

Há que ter presente, na concepção das obras do Ultramar, que, certas máquinas, custando milhares de contos, não podem ser deslocadas de dezenas de milhares de quilómetros para fazer obras isoladas que as não possam amortizar.

No que se refere ao *pessoal técnico* maiores diferenças se encontram, ainda, entre o trabalho no Ultramar e na Metrópole.

Lá, os problemas resolvem-se com técnicos talvez na proporção de 1 para 5, para não dizer de 1 para 10, relativamente à Metropole, e isto, duma maneira geral, sem prejuízo da qualidade dos trabalhos ou à custa de maiores prazos para a sua execução, ou sem que os acidentes sejam em maior número.

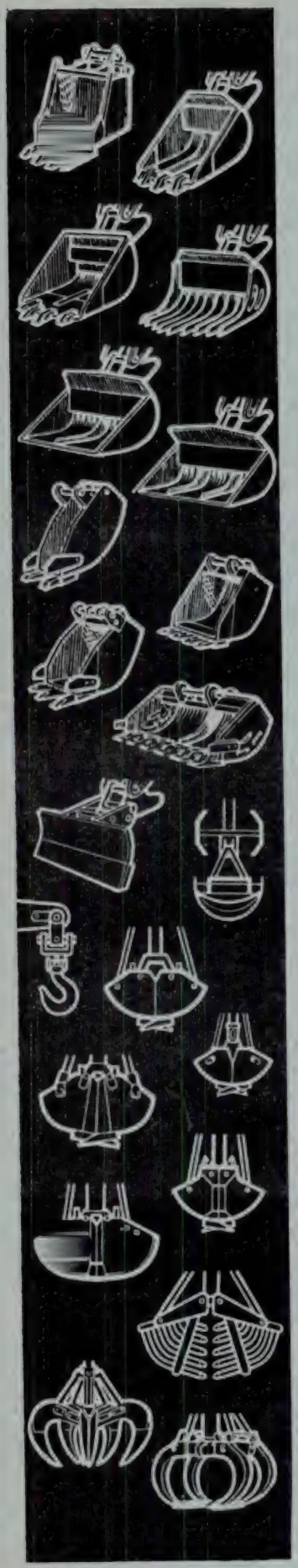
Esta afirmativa, que os engenheiros da Metrópole por certo não gostarão de ouvir, é constatada nos diferentes ramos da Engenharia Civil, que me abstenho de enumerar, para mais me não alongar.

Contribui para o facto, sem dúvida, maior liberdade de acção, maiores facilidades nas deslocações, talvez maiores remunerações que permitem o emprego «full-time», talvez menos peias burocráticas, mas, acima de tudo, um maior sacrifício, não direi amor ao trabalho, ou competência, porque isso, igualmente o possuem metropolitanos e ultramarinos.

A última questão que ao de leve me propuz abordar refere-se aos conceitos de «necessidade» e de «rentabilidade» ou «produtividade» dos empreendimentos, que, no Ultramar, são tomados de forma diferente da Metrópole, e de que já demos um exemplo.

Aqui, os conceitos são baseados, mais geralmente, numa justificação numérica, imediata, pouco confiando no cálculo probabilístico do que possa vir a suceder. Talvez por isso se não beneficiam a maior parte das linhas férreas metropolitanas, dado que o seu tráfego actual é reduzido e os desastres ainda o não justificam, tal como se não pode pedir uma autoestrada Lisboa-Porto.

Lá, vive-se mais na *antevisão*, é certo que, sob a premissa que é necessário desbravar a terra, dar-lhe água, aproveitar-lhe as suas riquezas naturais e, complementarmente, dotá-la de convenientes redes colaborantes de estradas e de caminhos de ferro, de portos e aeroportos, com o pensamento de que melhor é fazer mal ou menos bom do que nada fazer.



Poclain T.Y. 45

Escavadora-Retro Escavadora-Grua

- POTÊNCIA AUMENTADA
- ROTAÇÃO TOTAL E CONTÍNUA
- ESTABILIDADE 100 %
- 20 BALDES DIFERENTES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola, S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B-1.º — LISBOA
Telefone: 72 40 53/4/5

SMEIA

FELTROS, FILTROS E TECIDOS INDUSTRIAIS PARA TODOS OS FINS

EM FIBRAS NATURAIS OU SINTÉTICAS

PASTA PARA PAPEL
PAPEL
FIBROCIMENTO
CURTUMES
FIAÇÕES DE ALGODÃO
LINHAS
INDÚSTRIAS QUÍMICAS

TECELAGENS
ACABAMENTOS
TINTURARIAS
LAVANDARIAS
ESTAMPARIAS
FILTROS
DESPOEIRAGEM

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS

SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 52093—52094
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

EM CADA ANO a

EMPIREL

EMPRESA PORTUGUESA DE ISOLAMENTOS E REVESTIMENTOS, LDA.

Vende (com ou sem assentamento) cerca de 100.000 m2 de diversos isolamentos e revestimentos.

- Aglomerado de cortiça **ROBINSON**
- Parquets de madeira **BONFIM** (tradicional e mosaico)
- Alcatifa plástica **PLASTIFEUTRE**
- Mosaicos termoplásticos **CONTIFLEX**
- Plásticos **CONTINENTAL**
- Revestimento mural **VYNALAST**
- Alcatifa de lã **DILEMMA**

Esclarecimentos, preços e amostras na:

AV. ALMIRANTE GAGO COUTINHO
LOTES 97-A e 98-A — LISBOA-5

Telefones 722086 e 724366
Teleg. EMPIREL

Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kg/cm²

AÇO BI

Tensão de segurança 4.000 Kg/cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

Para qualquer obra em betão armado consulte:

DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 67 12 24/5 E 67 37 85 — LISBOA

Para terminar resta-me formular um voto:

que se continue a dar às Províncias Ultramarinas o mais amplo apoio que as tem beneficiado, para que não afrouxem os Estudos de Engenharia Civil relativos ao melhor conhecimento e aproveitamento do solo e aos de todas as obras dos tipos enumerados que venham a contribuir, através das correspondentes realizações, cada vez para melhor e mais longa vida dos seus habitantes.

Vós estudantes que me estais a ouvir — alguns, talvez, futuros governantes!

Lembrai-vos sempre que nunca é mal gasto, por caro que pareça, o que se consome em estudos.

As nossas Províncias Ultramarinas merecem tudo o que por elas se fizer.

Ponte sobre o rio Cutato, do caminho de ferro de Moçâmedes. Superestrutura de betão preesforçado; tramos simplesmente apoiados, viga única, sobre pilares pendulares

Prova de carga da ponte sobre o rio Cuchi

NOTAS INFORMATIVAS

C. D. U. 621.311.5/99

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

JANEIRO

I — Breve nota mensal

Durante o mês de Janeiro iniciou-se o reenchimento das albufeiras, em consequência das abundantes precipitações ocorridas na segunda quinzena do mês, as quais se concentraram em dois curtos períodos de cerca de 4 dias cada um.

São de destacar os últimos quatro dias do mês, durante os quais a precipitação registada em vários postos atingiu cerca de 75 % da precipitação total do mês, atingindo mesmo 95 % na Lagoa Comprida.

II — Elementos gerais (GWh)

Mensais

	1964	1965	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	404,5	285,6	— 29
Produção térmica (P_t)	9,2	79,5	—
Produção total (P_T)	413,7	365,1	— 12
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	2,7	2,7	0
Exportações (Ex)	1,2	0,3	— 75
Importações (I)	0,0	30,0	—
Saldo importador (S_I)	—1,2	+29,7	—
Consumo em bombagem (C_D)(1)	—	—	—
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) (2)	336,2	391,7	+ 16,5 (4)
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (3)	79,0	5,8	— 93
Total	415,2	397,5	+ 4
Coeficiente de hidrauticidade	0,76	0,60	—

NOTAS

(1) Energia consumida em bombagem para armazenamento na Albufeira do Alto Rabagão.

(2) A produção para consumos permanentes (P_{CP}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T + E_r + S_i - C_b - P_{cnp}$

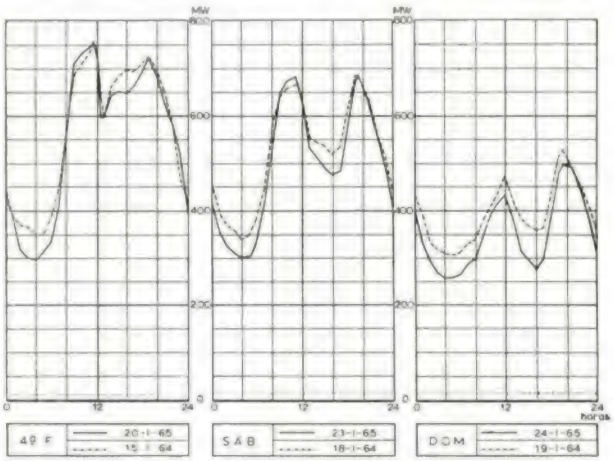
(3) Consideram-se consumos não permanentes os indicados em 4.2.

(4) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 17,7 % e — %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1964	1965
Produção hidráulica		(P_h) MWh	14123	10249
Produção térmica		(P_t) MWh	0	2611
Produção total		(P_T) MWh	14123	12860
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	10
	Import.	(I) MWh	0	630
TOTAL		$P_T + (I-Ex)$ MWh	14123	13480
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	11474	13183
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2649	297
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	761	753
		Potência mín. MW	348	297
		Utiliz. da ponta horas	18,6	17,9
		Factor de carga	0,77	0,75
	P_{cp}	Potência máx. MW	643	740
		Potência mín. MW	227	284
		Utiliz. da ponta horas	17,8	17,8
		Factor de carga	0,74	0,74

2.3.-DIAGRAMAS DE CARGA DOS DIAS CARACTERÍSTICOS $P_T+(I-Ex)$



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	% (1)
Alto Rabagão	87,3	9,0
Paradela	32,0	14,4
Venda Nova	49,4	38,6
Salamonde	18,1	66,7
Caniçada	20,2	61,0
Vilar	—	—
Cabril	101,5	29,9
Castelo do Bode	46,3	28,4
Guilhofrei	3,5	42,2
Lagoa Comprida	25,9 (2)	76,5
Santa Luzia	31,5	51,1
Pracana	5,3	41,1
Póvoa	1,8 (3)	8,7
Total { com A. Rabagão . . .	423,1	21,0
Total { sem A. Rabagão . . .	335,8	32,2

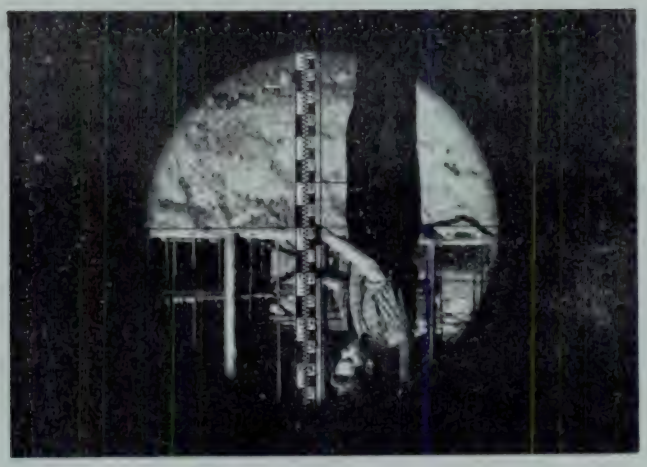
Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

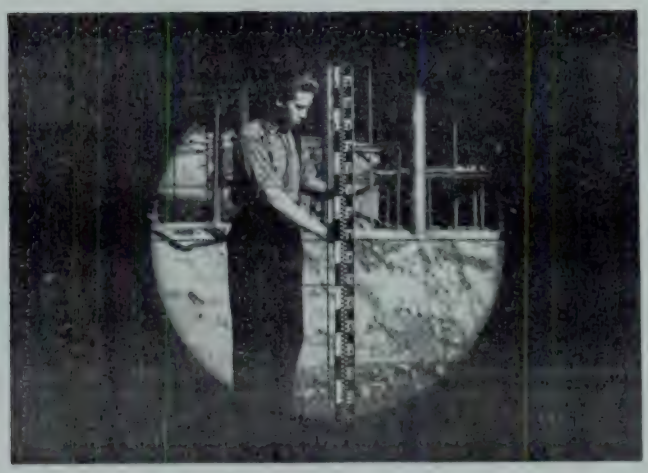
(2) Inclui 0,4 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 3,4 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 0,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 0,9 GWh no fim do mês.

ANTIGAMENTE :



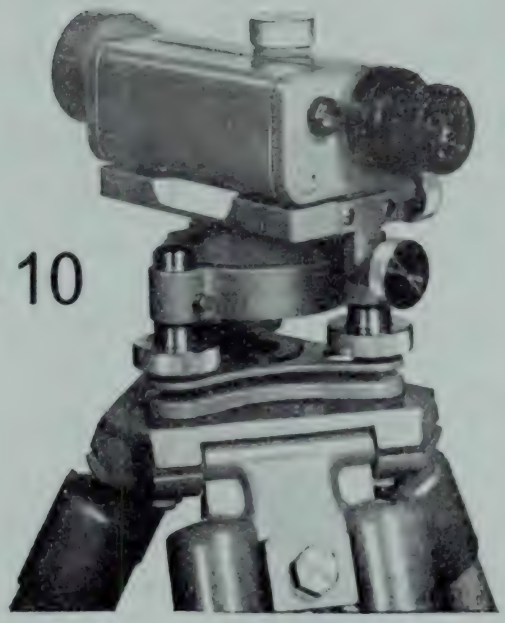
HOJE :



Com
imagem
direita
na luneta

WILD
HEERBRUGG

N 10



Trabalho cómodo e simples sem erros e sem dúvidas, sinais correctos, não invertidos, claros e rápidos.

O pequeno nível WILD N 10 com a designação «E» tem imagem direita do campo de observação na luneta. A mesma tem luminosidade igual ao modelo convencional e o mesmo tamanho.

Representantes exclusivos

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8
LISBOA-2 — TELEFONE 68 11 27

FAMETAL

FÁBRICA PORTUGUESA DE ESTRUTURAS METÁLICAS, LDA.

SEDE:
CAXARIAS (N) Telefones 44154/55

ESPECIALIZADA EM

— Edifícios Industriais
— Pontes Rolantes
— Reservatórios

Rua Aquiles Monteverde, 32-1.º Dto.
LISBOA - 1 Telefone 53 79 59

ANTÓNIO VEIGA, L.DA

EMPREITEIROS

Construções civis

Obras públicas

Telefones { Sede P. P. C. 72 00 61/2 - 72 11 23
Armazém — 2 51 82 02 — 2 51 95 06
Oficinas

End. Teleg. — ANVEL

Avenida Almirante Reis, 247-1.º Dto.
LISBOA - 1

Alves Ribeiro, L.da

Empreiteiros de Obras Públicas

Construção Civil

DIRECÇÃO TÉCNICA

Engenheiros:
Francisco Ventura Rego
Filipe Costa da Silva

Agentes Técnicos:
Vítor Manuel da Silva Ribeiro
Mário Pinto Carreira
José Manuel Monteiro Moreira

Construtor Civil:
Joaquim Ribeiro Bouça

Aeródromos — Estradas — Estádios Desportivos
Pavimentos — Edifícios — Estruturas

Avenida 28 de Maio, 49-A
Telefones: 76 18 60 e 77 15 12
LISBOA - 4

JOÃO JACINTO TOMÉ

Estudos

e

Empreitadas eléctricas

Rua Rodrigo da Fonseca, 79-1.º E.

Telefs. 68 11 21 e 68 11 22

LISBOA

C. D. U. 656.021

SOBRE CORRENTES DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO

POR MANUEL PINTO SERRÃO
Engenheiro Civil (U. P.)
M. Sc. (Northwestern University
Evanston-Illinois, E.U.A.)

RESUMO

Após referência ao carácter empírico e restritivo dos primeiros passos da engenharia de tráfego e dos seus esforços de adaptação às estruturas urbanísticas herdadas do passado, são apontados alguns caminhos para o estabelecimento de uma teoria matemática do tráfego rodoviário que suporte a futura evolução desta ciência e dê apoio ao planeamento dos sistemas viais, dentro e fora dos aglomerados urbanos.

Nesse sentido é, em primeiro lugar, citada a aplicação da lei estatística de Poisson como regra teórica da distribuição natural dos veículos numa corrente de tráfego. Em seguida é apresentado o diagrama fundamental do tráfego rodoviário e são expostas algumas das equações que têm sido deduzidas para a respectiva curva.

Por fim, é feita uma exortação aos novos engenheiros para enfrentarem a investigação neste incipiente e fecundo ramo da engenharia civil, de incontestável interesse para o bem estar social.

Permiti que as minhas palavras primeiras vos contem quanto me senti desvanecido pela honra de poder falar neste prestigioso Instituto, orgulho de todos os engenheiros portugueses.

Foi este sentimento muito sincero que me roubou a coragem para recusar quando os finalistas de Civil, por força duma sugestão amiga, tão amiga quanto imerecida, do seu ilustre professor engenheiro Rebelo Pinto, a quem, neste momento, rendo as minhas homenagens e agradeço as palavras que generosamente pronunciou a meu respeito, me estenderam a gentileza de um convite para estar hoje aqui, no âmbito duma II Semana de Engenharia Civil.

Na realidade, o convite era em extremo honroso. Muito egoìsticamente pensei que, nisto de palestras — falar não custa, o que custa é ouvi-las!

Mas prometo, desde já, não abusar da vossa paciência ao falar-vos dessa realidade fugidia, presente no mais íntimo das cidades dos nossos dias — que é o tráfego rodoviário.

1 — INTRODUÇÃO

Na verdade, o bem estar da vida nos aglomerados urbanos, o bem estar urbanístico, repousa hoje cada vez mais nas qualidades que o seu sistema vial oferece.

Em relação com qualquer desejado destino da vida quotidiana, são índices desse bem estar a facilidade de acesso, a segurança, o conforto, a oportunidade de estacionamento.

Por outro lado, verifica-se que, para uma mesma população, diminui progressivamente a área ocupada pelos edifícios, mais desenvolvidos em altura, mas, por isso mesmo, surgem necessidades cada vez mais vivas no capítulo de transportes.

Qualquer nova ocupação estática do território, qualquer novo edifício, gera inúmeras linhas de fluxo e refluxo de movimento de pessoas, fruto da própria actividade humana, que, tendo sempre a sua origem no local de habitação, seguem para destinos os mais diversos, em obediência ao natural instinto de movimentação, ou à ânsia de conhecimento, ou a necessidades de ordem social ou económica.

Assim, a estrutura urbanística das cidades do futuro será dominada pelas exigências dos transportes, com muito particular relevância para os transportes rodoviários. Não vou repetir a

fábula dos braços e do estômago num apuramento de qual é mais importante; quero, apenas, sublinhar que, enquanto os problemas levantados pela infra-estrutura estática de uma qualquer cidade são susceptíveis de resolução lenta e de sucessivos ajustamentos, o carácter dinâmico do tráfego, que paira sobre as nossas vidas, condiciona a nossa actividade, solicita a atenção do cientista e do homem comum, confere aos seus próprios problemas uma urgência incomparàvelmente mais aguda.

É evidente que as primeiras medidas em qualquer país que começa a sentir preocupação neste campo são fundamentalmente de carácter restritivo. As nossas cidades, herdeiras de sistemas circulatórios velhos de centenas de anos, cuja estrutura se destinava a tipos de circulação já superados, deixam-nos a braços com problemas extremamente graves, cuja delicadeza temos de reconhecer.

E os engenheiros que estudam qualquer problemática de circulação, depois de terem olhado a situação existente e o estado das condições de tráfego em presença, são naturalmente levados a propor medidas de carácter restritivo, em maior ou menor grau. Em certos meios afectos a problemas de transportes, têm sido mesmo, por vezes, propostas algumas medidas extremas, como, por exemplo, a proibição de circular em zonas vastas do centro das cidades, ou o afrouxamento do constante surto de melhoria da performance dos veículos automóveis.

Este, o *aspecto restritivo* da engenharia de tráfego, o mais divulgado entre o público que, cada passo, depara com *regulamentações* a respeitar e com *sinalizações e marcagens* que lhe impõem uma proibição, seja de estacionar ou de virar à esquerda, seja de sentido de movimento ou uma velocidade limite!

Mas, além desta faceta restritiva, a aproximação científica aos problemas de tráfego começou progressivamente a trilhar a linha fundamental da observação objectiva dos fenómenos da circulação, com a *colheita* e a *análise dos dados*, com a realização de *estudos* e, enfim, com *investigação*, que permite o estabelecimento de uma linha construtiva da engenharia de tráfego, que fornece um apoio lógico para o estabelecimento das ainda indispensáveis medidas restritivas, mas que fundamentalmente tenta lançar as bases para um planeamento de acção e para o projecto racional da obra rodoviária, dentro e fora dos aglomerados habitacionais.

Assim, os primeiros passos da engenharia de tráfego, companheira da evolução do veículo automóvel, tomaram naturalmente apoio num conhecimento de natureza empírica, baseado na observação experimental dos dados colhidos e sua adaptação à realidade.

Pouco a pouco foram-se esboçando possibilidades de enunciar as leis que regem os fenómenos do tráfego, leis cuja natureza geral as torna aplicáveis a cada país, seja qual for a sua dimensão, desde que sejam conhecidas as características dos veículos bem como certas condições específicas decorrentes da geografia humana a que se destinam (por exemplo, a velocidade aceite pelos condutores para circular em cada tipo de via e de área), e que verdadeiramente formam uma linha construtiva.

Gostaria hoje de vos falar sobre algumas tentativas para o estabelecimento de uma base científica que suporte a evolução futura da engenharia de tráfego.

Mas não deve constituir motivo de reparo que as minhas palavras não tenham nada de definitivo.

2 — FACTORES

Vejamos, em primeiro lugar, quais os factores que afectam a formação das correntes de tráfego.

Se, relativamente a um veículo isolado, se revestem de particular importância as noções de velocidade pontual e velocidade média, para uma corrente de tráfego, quer ela tenha uma ou mais filas, e, neste caso, quer ela se faça em um ou dois sentidos, importa referir 3 factores que a afectam decisivamente.

Em primeiro lugar — *o condutor*; entidade que é afinal o responsável pelo carácter dinâmico das correntes, a quem se podem imputar 80 % a 90 % das características e dos efeitos das correntes de tráfego; que, através dos seus desejos, da escolha que faz da sua velocidade e dos seus destinos, e, em segundo plano, através das suas próprias aptidões e capacidades humanas, origina para a corrente de tráfego espaçamentos, velocidades, acelerações, acidentes.

Em segundo lugar — *o veículo;* que, pela sua performance, capacidades de arranque, de travagem, de subida, impõe mínimas distâncias para ultrapassagens e para mudanças de via, impõe atrazos nos arranques, condiciona a velocidade.

Em terceiro lugar — *a estrada;* que, por força das suas características geométricas — o número de vias, a largura, as inclinações, a existência ou não de bermas, as distâncias de visibilidade, o número e qualidade de intersecções, impõe capacidades, velocidades, posições transversais dos veículos, oportunidades de ultrapassagem, correntes ininterruptas ou partindo de paragens.

3 — CARACTERÍSTICAS

Detenhamo-nos um pouco mais sobre estes factores e sobre as consequentes características que para a corrente da tráfego resultam.

No tráfego rodoviário está em jogo o movimento de objectos num sistema bi-dimensional.

Ao pretender exercer-se o controle sobre esses objectos depara-se, por um lado, com indivíduos condutores, e, por outro, com um sistema vial estruturado.

3.1 — Os veículos não têm a liberdade dos movimentos brownianos nem se movem com a restrição do carril do caminho de ferro. Sofrem, no entanto, certos controles, entre os quais o controle básico é o de evitar a colisão, mas que, esse mesmo, não pode ser considerado como uma característica própria permanente.

O engenheiro de tráfego, ao colocar sinais de proibição, de orientação, sinais luminosos, não pode esquecer-se de que os condutores guardam para si alguma iniciativa e usam-na para atingir os seus próprios propósitos, eventualmente furtando-se ou desobedecendo mesmo aos sinais apostos.

Por outras palavras pode dizer-se que as condições de equilíbrio do conjunto com que se pode contar serão apenas aquelas que são intrínsecas do próprio sistema onde os veículos se movem. Resulta que o sistema viário deve ele próprio ser estudado por forma a oferecer uma base quase auto-suficiente para assegurar o movimento das correntes de tráfego dispensando controles restritivos que não actuam senão aleatòriamente. É claro que há situações de variação, de carácter local, tal como um engarrafamento, mas essas têm carácter temporário, dissipam-se por si próprias.

Esta ambiguidade característica das correntes de tráfego tem ainda um outro aspecto, pleno de significado em urbanização e zonamento de transportes.

É que os desejos dos condutores só parcialmente se podem sacrificar à eficiência do conjunto social; todo o esquema que seja proposto deve ter em consideração a ambiguidade de movimento de cada veículo como um objecto a que é inerente uma certa iniciativa.

Por exemplo, será irreal resolver um problema de tráfego fixando programas de circulação aos condutores, forçando-os a adoptar origens e destinos ou demoras prolongadas.

Neste aspecto o problema do tráfego rodoviário é específico e diferente de outros sistemas que têm sido estudados matemàticamente.

3.2 — Por outro lado, as dimensões físicas dos veículos e do sistema em que habitam originam a possibilidade de interferência e saturação.

Há, por vezes, tendência para fazer a analogia das correntes de tráfego com as bichas, ou as comunicações telefónicas ou o movimento dos fluidos.

Porém:

a) Nas correntes de tráfego a saturação pode resultar não apenas de excesso de volume ou de demora, como acontece nas bichas, mas também da simples interacção dos veículos, por manobras incorrectas, avarias, etc.

b) Ao contrário das comunicações telefónicas, a velocidade a que os objectos circulam é variável não só no tempo como de veículo para veículo;

c) Finalmente, a velocidade diminui quando aumenta o número de veículos o que é exactamente

o contrário do que se verifica no movimento dos fluidos, em que a velocidade aumenta quando aumenta a carga.

Em consequência, a teorização da corrente de tráfego depara com sérias dificuldades quando se introduzem estas limitações da velocidade, do comprimento dos veículos, dos desejos dos condutores. Por exemplo, cada viragem à esquerda tem imediata interferência recíproca com uma corrente de sentido oposto ao mesmo nível.

3.3 — Uma outra noção importante é a da relação espaço-tempo.

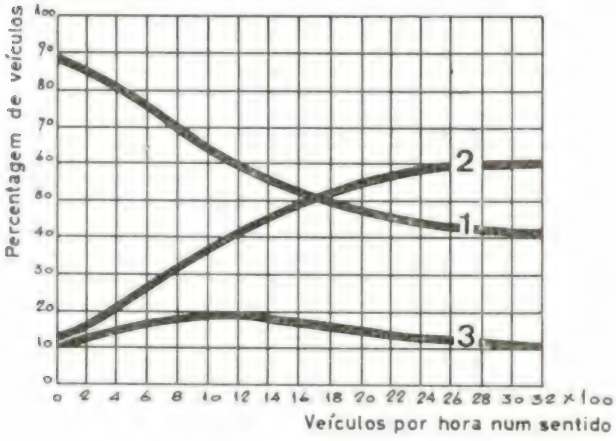
A diversidade de velocidades dá origem à falta de relação lógica entre a posição dos veículos expressa em termos de espaço e de tempo.

Nos sistemas atrás citados, por exemplo, há coerência entre as duas dimensões espaço e tempo.

Numa corrente de tráfego as variações de velocidade não podem desprezar-se; em boa verdade são as variações de velocidade e as variações de percurso que oferecem ao condutor oportunidade de situar a sua posição no panorama do tráfego.

Por outro lado, a relação de veículos no espaço e veículos no tempo assume particular importância em estudos e observações experimentais, porquanto é fácil efectuar medições de tempo mas muito mais complexo e difícil medir distâncias entre veículos com exactidão, o que requer aparelhagem fotográfica e não fornece valores instântaneos da velocidade ou aceleração senão por recurso à aproximação cinematográfica.

3.4 — Verifica-se também que a posição dos veículos dentro da secção transversal é diferente para diferentes volumes e tipos de vias.



1 — *Total ou parcialmente na via da direita*
2 — *Totalmente na via da esquerda (ultrapassagem)*
3 — *Mudanças de via*

Fig. 1 — Distribuição dos veículos numa estrada de 4 vias para vários volumes horários de tráfego

Assim, por exemplo para uma faixa de sentido único com 2 vias, a observação tem mostrado (Fig. 1) que:

a — para volumes pequenos, até 1700 vph, a via da direita transporta de 90 a 50 % dos veículos;

b — para o volume de 1700 vph — o tráfego distribui-se igualmente pelas 2 vias, 850 vph em cada uma;

c — a partir desse valor, os veículos vão sucessivamente deslocando-se para a via da esquerda, e, em resultado, a via da direita adquire maior velocidade e até maior volume, embora pareça o contrário, à medida que se vai saturando a via das ultrapassagens.

Julgo curioso referir que numa estrada normal de 2 vias, 2 sentidos, as oportunidades de ultrapassagem são condicionadas pelas características geométricas mas, fundamentalmente, pelo volume de tráfego oposto. Assim, logo que o tráfego oposto atinge o volume de cerca de 1000 vph ficam pràticamente anuladas as possibilidades de ultrapassagem, mesmo que o volume de tráfego na via seja mínimo.

Nas estradas de dois sentidos, mas com 3 vias, tem-se verificado que a célebre via central, mesmo para óptimas características geométricas do traçado, nunca transporta mais de 15 % do volume total.

4 — DISTRIBUIÇÃO NATURAL DOS VEÍCULOS

Tendo em mente todas as dificuldades que acabei de referir, é lícito formular a seguinte pergunta:

Em que perspectivas se podem construir bases para terminar com o carácter empírico dos estudos de tráfego?

Comecemos por ver alguma coisa sobre a distribuição natural dos veículos numa corrente de tráfego.

4.1 — A análise do problema revela que, apesar das dificuldades referidas, pode concluir-se:

a — cada condutor localiza o seu veículo independentemente dos outros, segundo o seu próprio desejo, excepto quando o intervalo para o veículo seguinte diminui.

b — para um dado volume, o número de veículos que passa numa secção em determinado intervalo de tempo é independente do número de veículos que nessa secção passa noutro intervalo de tempo.

Ora, estas características são bàsicamente as condições estatísticas de *acaso* e, por isso, a distribuição natural dos veículos numa corrente de tráfego deve estar relacionada com as leis da probabilidade.

De facto, para um determinado volume V de veículos por hora, o intervalo longitudinal médio entre os veículos, em segundos, será $i = \frac{3600}{V}$. Através da observação feita verifica-se, porém, que efectivamente este valor não é real e, além disso, que os intervalos observados se não dispõem simètricamente em torno da média como poderia julgar-se à primeira vista.

Assim, por exemplo, para $V = 400$ vph, o intervalo médio será de $i = 9$ segundos; porém, por isso mesmo que as correntes de tráfego apresentam certas específicas características de que há pouco falámos e que o espaçamento longitudinal dos veículos é comandado pelo acaso, pela noção de liberdade com segurança, por isso mesmo que a escolha de velocidade e a posição em cada momento são função das imposições que resultam dos perigos potenciais e das situações de congestionamento, verifica-se que são mais frequentes os intervalos 1-2-3 segundos, com uma média da ordem dos *2,2 s*, e que 70 % dos intervalos são inferiores ao valor médio de 9 segundos (Fig. 2).

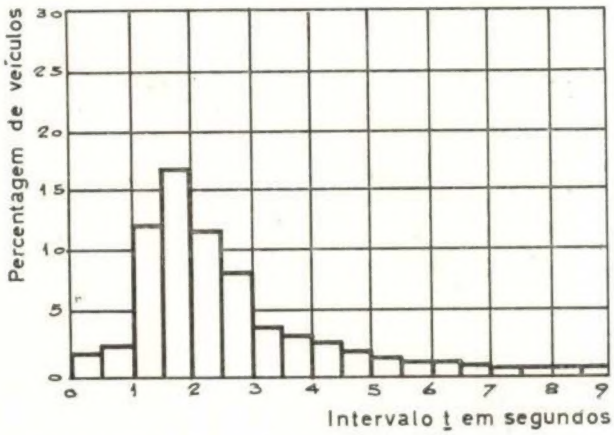


Fig. 2 — Distribuição dos intervalos num dos sentidos de uma estrada de 4 vias

Na hipótese de corrente contínua, verifica-se mesmo que é para 9 s que começa a sentir-se a interferência do veículo da frente; o condutor vai aproximando livremente o seu carro do da frente até ter um intervalo de 9 s. Continua a aproximar-se, mas já sob a sua influência, até o intervalo baixar para cerca de 2 s, que é o intervalo mais frequente. Aliás, não é difícil relacionar este valor com o intervalo de tempo que permitirá a percepção e reacção perante qualquer movimento inopinado do condutor da frente.

4.2 — Estes factos sugeriram que a distribuição natural dos veículos pudesse obedecer às leis da estatística, nomeadamente à lei de Poisson:

$$p(x) = \frac{e^{-m} m^{x}}{x!} \qquad (1)$$

em que :

p (x) — probabilidade de chegada de x veículos a um determinado ponto num determinado intervalo de tempo t ;

$m = \frac{Vt}{3600}$ — número médio de veículos que chegam nesse intervalo de tempo t, se V designar o volume em veículos por hora.

Como aplicar esta expressão às correntes de tráfego?

Raciocinemos da seguinte forma:

Um intervalo é o período de tempo durante o qual nenhum veículo chega. Portanto, para um dado volume, resolva-se a expressão de Poisson para a probabilidade de não chegar nenhum veículo nesse período de tempo, isto é, faça-se $x = o$:

$$p\ (o) = \frac{e^{-m}\ m^{o}}{o\ !} = e^{-m} = e^{-\frac{Vt}{3600}} \qquad (2)$$

Se nenhum veículo chega no tempo t, em que m está baseado, então, também nenhum veículo pode chegar em períodos de tempo menores, e aquela probabilidade pode ser interpretada como a percentagem de todos os intervalos que são, pelo menos, iguais ao período de tempo t escolhido.

Vejamos um exemplo :

Seja $V = 400$ vph

$t = 9$ segundos

então $m = \frac{Vt}{3600} = 1$ e

$p = e^{-m} = e^{-1} = 0{,}368.$

Quer isto dizer que, a ser válida a distribuição de Poisson, 36,8 % do tempo há intervalos de 9 s sem veículos naquela corrente de tráfego.

4.3 — Até que ponto a observação confirma a justeza da aplicação desta lei às correntes de tráfego?

É fácil traçar a variação da frequência de cada intervalo numa corrente de tráfego.

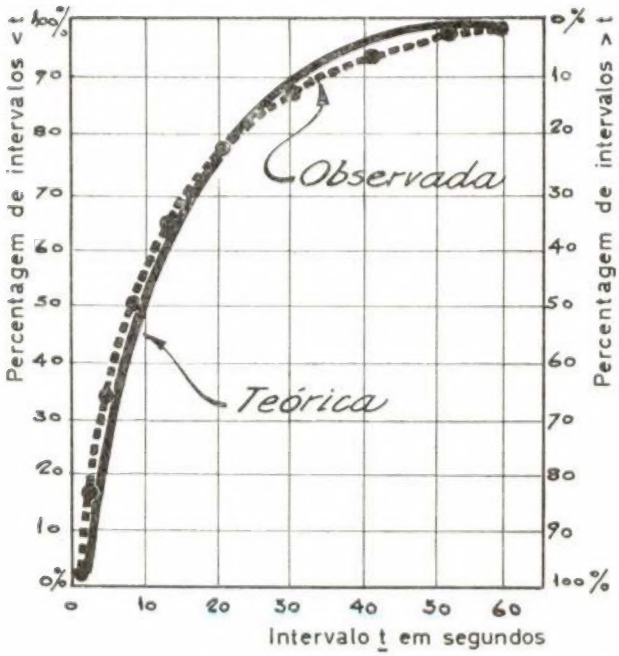


Fig. 3 — Distribuição dos veículos numa corrente de tráfego

Ou por técnica cinematográfica ou por registadores gráficos, que giram a velocidade constante e acusam a passagem de veículos sobre tubos de borracha transversais ao pavimento da faixa de rodagem, e fácil determinar a percentagem de veículos que deixam entre si intervalos de 0 a 1 s, de 1 a 2 s, etc., e traçar, portanto, o gráfico dos valores observados da frequência de cada intervalo num determinado caso concreto.

Quanto aos valores que resultam da aplicação da teoria, basta resolver a expressão $P = 100\ e^{-(Vt/3600)}$ para cada intervalo t de 1,2 ... segundos, (fig. 3), obtendo-se directamente a percentagem de intervalos maiores que t.

A resolução da fórmula pode ser simplificada, com enorme vantagem principalmente para a representação gráfica, pela aplicação de logaritmos. A expressão transforma-se em $\frac{Vt}{8280} = 2 - \log P$, que revela uma

relação linear entre as variáveis *t* e *log P*. Portanto, adoptando uma representação semi-logarítmica, o gráfico da distribuição de Poisson é uma linha recta passando nos pontos

$$P = 100\ \% \quad t = o$$

$$P = 1\ \% \quad t = \frac{16560}{V} \qquad \text{(Fig. 4).}$$

A comparação da distribuição teórica com a observada revela-se muito aceitável quando se trata de uma estrada de 4 vias de tráfego mas é bastante menos justa para 2 vias de tráfego.

A estrada de 2 vias, mesmo para pequenos volumes de tráfego, tende a concentrar os veículos em bichas de pequenos intervalos separadas por grandes intervalos.

4.4 — Daqui, uma primeira conclusão construtiva:

Em virtude das dificuldades em ultrapassar e das diferentes velocidades escolhidas por cada condutor, verifica-se que a estrada de 2 vias não oferece condições para produzir a fluidez das correntes de tráfego.

Esta conclusão está bem de acordo com a actual política rodoviária que atribui à estrada de 4 vias, dupla faixa de rodagem, o principal papel entre os meios de comunicação rodoviária.

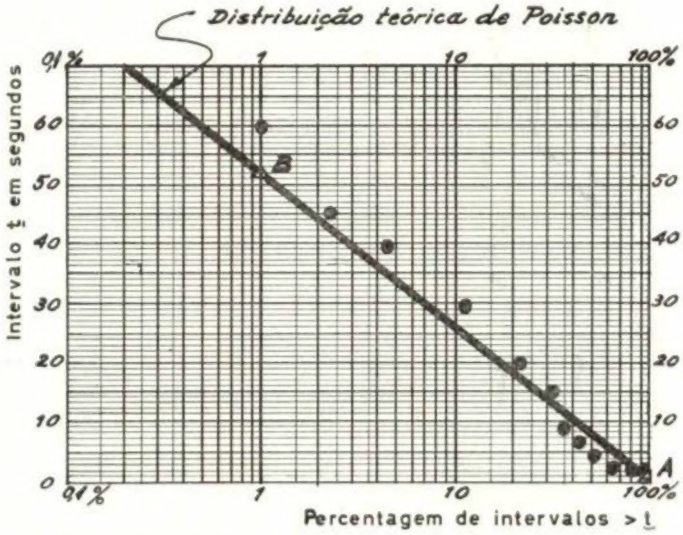


Fig. 4 — Representação semi-logarítmica da distribuição dos veículos numa corrente de tráfego

É hoje reconhecido que dentro dos limites dos conhecimentos actuais, esse é o tipo de estrada que melhor preenche os requisitos da era do automóvel.

E cada projecto de melhoramento rodoviário deve ser considerado e projectado como uma etapa para uma futura estrada de 4 vias.

4.5 — Uma segunda e importante conclusão construtiva resulta ainda, e esta respeitante a uma situação delicada, sem dúvida aquela que mais intensamente solicita os cuidados da engenharia de tráfego. Refiro-me àquela situação em que, por motivo dos desejos de cada condutor, as correntes de tráfego se conflituam.

Não é esta a oportunidade de discussão do problema, das sucessivas técnicas disponíveis, que vão desde a prioridade geral da direita ou talvez melhor da esquerda para pequenos volumes, às protecções com paragem obrigatória em 2 ou 4 ramos do cruzamento, ao controle por sinais de tráfego ou agentes sinaleiros (esta uma alternativa cujo estudo é pleno de actualidade no campo económico), à segregação de vias para determinados fins, ao estabelecimento de sentidos únicos, ao apaixonante problema dos atrazos nas intersecções, controladas e não controladas, na sua dupla faceta de dilatação do tempo de viagem e de espera na própria intersecção. Também não cabe aqui a discussão da validade e condições de aplicabilidade de cada uma dessas técnicas ou do seu reflexo no planeamento da rede vial de apoio a urbanização de cidades, com base no correcto zonamento dos transportes e em que na própria contextura do sistema procura ir-se de encontro à problemática que as intersecções levantam.

Limitemos a nossa referência a intersecções apenas ao aspecto de correntes de tráfego que vimos analisando.

O estudo das oportunidades de intersecção de nível de uma corrente de tráfego com outra corrente de tráfego ou com peões põe problemas de acomodação mútua dos dois desejos em presença e constitui, por si só, um campo de análise inesgotável.

Esquemàticamente, as correntes conflituam-se segundo uma convergência, uma divergência ou um cruzamento, e a observação tem revelado que para uma convergência o condutor médio necessita de um intervalo de *3 s* na corrente em que pretende entrar, enquanto que para um cruzamento, ou para uma inserção partindo de paragem, é indispensável o intervalo médio de *6 s*. Vejamos uma aplicação da teoria atrás esboçada ao estudo comparativo entre uma inserção e uma convergência.

Suponhamos que o volume de tráfego na via a intersectar é de 1000vph.

Aplicando a expressão de Poisson verifica-se que, por hora, se disporá de 19 % de intervalos de 6 s e 43 % de intervalos de 3 s, isto é, o dobro, o que representa:

$$19\,\% \times \frac{3600}{6} = 114 \text{ intervalos de 6 s.}$$

$$43\,\% \times \frac{3600}{3} = 516 \text{ intervalos de 3 s.}$$

Por outras palavras: no caso da inserção, o ramo que pretende entrar poderá acomodar o volume da ordem de *100 vph*, enquanto que, no segundo caso, em que se efectua a convergência, o ramo poderá acomodar cerca de *500 vhp*, isto é o quíntuplo do primeiro caso.

Nesta conclusão se baseia o projecto de vias de aceleração para a entrada dos ramos dos nós de ligação nas auto-estradas.

Além de outras vantagens, as vias de aceleração transformam a inserção numa convergência e, do mesmo passo, aumentam a capacidade possível do ramo.

Ao referir, nesta II Semana de Engenharia Civil, aplicações práticas da teoria exposta devo citar o maior projecto de engenharia civil presentemente em construção no nosso País e no qual tenho a honra de colaborar — A Ponte Suspensa sobre o Tejo em Lisboa e seus Acessos.

Sob a designação de Acessos Rodoviários e fazendo parte da mesma empreitada da Ponte, inclui-se uma obra rodoviária de cerca de 200 mil contos que, mercê das características que lhe foram conferidas, se pode classificar como uma das mais notáveis realizações rodoviárias até hoje efectuadas no País num prazo inferior a 4 anos.

De facto, o Acesso Sul estende-se por 11 km de auto-estrada completada por 4 km de ramos dos seus dois nós de ligação e inclui 18 obras de arte especiais.

Na margem Norte, os acessos integram um sistema com 10 km de ramos de ligação, desenvolvendo-se ao longo dos 2,5 km da auto-estrada principal de acesso para servir 3 penetrações na Capital (Fig. 5): tão importante e concentrado sistema de vias e 14 obras de arte especiais, vai dar a esta parte da cidade um carácter actual, identificando-a com o aspecto hoje em dia comum na maioria das cidades modernas ou modernizadas de todo o mundo.

Na concepção e planeamento da Ponte e acessos, na sua integração no esquema rodo-ferroviário da região de Lisboa estiveram presentes as mais evoluídas noções da linha construtiva da engenharia de tráfego.

Assim, para o dimensionamento do perfil transversal do tabuleiro e para os estudos do financiamento da obra, foi levado a efeito um completo estudo de tráfego que incluiu um dos primeiros inquéritos Origem-Destino realizados na Europa.

Esse inquérito, efectuado nos Serviços de Conservação da Junta Autónoma das Estradas sendo Director de Serviços o actual Director do Gabinete da Ponte sobre o Tejo, Engenheiro J. Canto Moniz, foi dirigido aos veículos que atravessaram o Tejo nas duas transposições existentes: ferry-boats Lisboa-Cacilhas e Ponte de Vila Franca de Xira.